-67
.2

LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER
34 B STRANDVEJ, HELLERUP – DANEMARK

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. VIII · NO. 2

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR
E. S. RUSSELL

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

AOÛT 1933

Note.

The Journal of the Council will in future appear *three times a year*, and three numbers will form a volume. It will include, in addition to general articles, reviews and bibliography, the special papers hitherto issued in the series of "Publications de Circonstance".

The annual subscription price has been fixed at 12 Kroner (+ Kr. 1.50 for mailing expenses) per volume, which will include, if desired, a reprint of the bibliographical matter, printed on one side of the paper. Single copies will be sold at Kr. 4.50.

Contributions to the Journal should be addressed to: —

The Secretary
Journal du Conseil,
Fisheries Laboratory,
LOWESTOFT, England.

They may be written in English, French, German or Spanish. General and scientific articles must be accompanied by a summary. General articles and reviews, asked for by the Editor, will be paid for at the rate of 10 Kroner a page. No payment is made for other articles. Authors of general articles and scientific papers will receive 50 copies of their paper gratis. Typescripts and figures should be submitted in a state fully prepared for press, in order that the costs of proof correction may be reduced to a minimum, and no expense be incurred by the Council in re-drawing any figures. Reviews should not exceed 600 words (one page). *Contributors are requested to follow the instructions printed at the end of the number.*

Correspondence, as well as books and papers for review or bibliographical notice, should be addressed to the Secretary.

Orders for copies should be sent to Messrs. Andr. Fred. Høst & Søn, Bredgade, Copenhagen.

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER
34 B STRANDVEJ, HELLERUP – DANEMARK

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. VIII · NO. 2

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

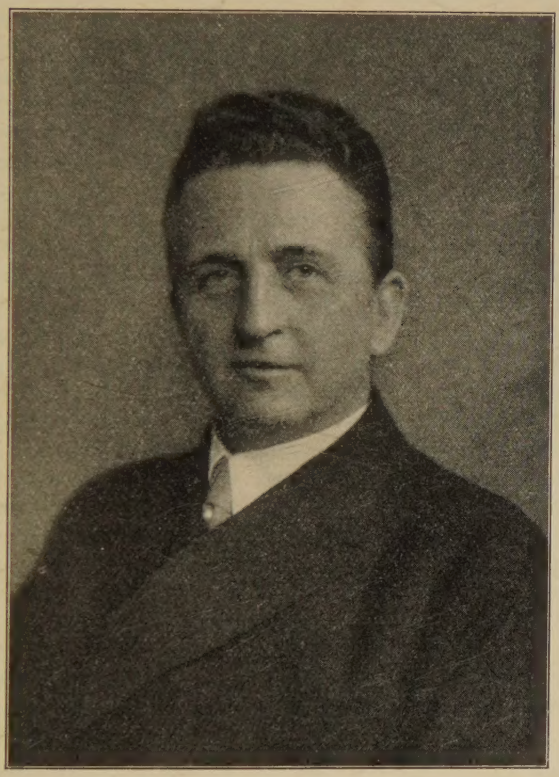
RÉDIGÉ PAR

E. S. RUSSELL

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

AOÛT 1933

IMPRIMERIE A/S L. IHRICH



Johannes Schmidt.

(1877—1933).

PROFESSOR JOHANNES SCHMIDT died in Copenhagen on February 21, 1933, at the age of 56. For some years he had suffered from heart trouble, and he was unable to withstand an attack of influenza; nevertheless his death came as a shock to his friends, for he looked well and vigorous, and was so full of his plans and ideas, that it was not easy to realize that his health was far from good. Only last November he was in London, and after a Royal Society

Club dinner delighted those present with an account of the migrations of the cod from Greenland to Iceland, and back again after breeding.

Schmidt was born on January 2, 1877. He studied at the University of Copenhagen, taking the degrees of M. Sc. in 1898 and Ph. D., in 1903. In 1899 he accompanied, as botanist, an expedition to Siam, and on his return, after a short service in the Danish Biological Station, he was attached to the Botanical Department of the University of Copenhagen, and also acted as biologist of the Danish Commission for Investigation of the Sea, holding both posts (1902—1909) until he became a member of the Commission. In 1910 he was appointed Director of the Carlsberg Physiological Laboratory, a post that he held until his death.

Schmidt's first published works, in 1899, were an experimental study of the influence of external agents on the structure of the leaves of maritime plants, and a monograph of the Cyanophyceae of Denmark. In collaboration with Fr. Weis he published a large general work on Bacteria (Copenhagen, 1899—1901), of which a German edition appeared in 1902. In 1901 he published a description of *Richelia*, a new alga living in plankton diatoms, and in 1903 an account of the Cyanophyceae of Iceland, and a considerable work on mangrove shoots. From this time his botanical interests were for some years confined to the "Flora of Koh Chang", which he edited, writing the introduction in 1900 and the conclusion in 1916, and contributing the sections on Peridinales, Rhizophoraceae, and Combretaceae. From 1913 to 1917 he made experiments on hops, and published papers on their growth, aroma, and the results of cross-breeding.

The above short summary of Schmidt's botanical work indicates that his achievements in this field were by no means negligible; they were, however, overshadowed by the oceanographical work that made him famous throughout the world.

As biologist to the Commission for Investigation of the Sea Schmidt made expeditions to Iceland, the Faroes, and as far south as Spain; he studied especially the places and seasons of spawning of fishes, the distribution of the fry, and the distinctive characteristics of species and races in their larval and post-larval stages. He had always in mind the relation of life-history and distribution to hydrographical factors such as temperature, salinity, and currents. During this period (1903—9) his papers on this subject, all of a high standard, were published by the Commission, except the last

and perhaps the most important, namely, "The Distribution of the Pelagic Fry and the Spawning Regions of the Gadoids in the North Atlantic from Iceland to Spain" published by the International Council (Rapp. et Procès-Verb. X, 1909, pp. 1—229).

In 1897 G r a s s i had shown that *Leptocephalus brevirostris* was a larval form of the Common Eel, by finding at the surface of the sea in the Straits of Messina a number of specimens illustrating the change from leptocephalus to elver. He believed that eels bred near the coasts in deep water, and that the larvae lived at the bottom, and were brought to the surface of the Straits of Messina by whirlpools. S c h m i d t was first led to suspect the correctness of these conclusions in 1904, by the capture of an eel-larva at the surface of the sea between Iceland and the Faroes. This clue was followed up, and in the spring and summer of 1905 and 1906 numerous larvae were caught, all near the surface, over deep water in the Atlantic, from the Hebrides to Spain. All these, however, were full-grown, and it had to be established whether the earlier larvae were to be found in the same places at a different season, or not. As it was impossible to work with the "Thor" in the Atlantic in winter, the Mediterranean was chosen as the site of further operations, which began in December, 1908, and continued to 1910. The result was most surprising; no early larvae were taken; full grown larvae were found to be abundant in the Mediterranean west of Italy, but not further east, in the summer, and a few were taken near Gibraltar in the winter. It was clear that the breeding-place of the Mediterranean eels, as well as of those of Western Europe, was in the Atlantic, and was somewhere to the west of the region where larvae were so far known to occur. A search through the collections of the Zoological Museum of Copenhagen now enabled S c h m i d t to identify some smaller larvae from the North Atlantic as larvae of the Common Eel, and Danish vessels crossing the Atlantic in 1910 and 1911 made collections, with the result that larvae 35 to 50 mm. long were described as occurring near the surface of the Atlantic, between 18° and 53° W. and 25° and 41° N. The results up-to-date were summarized in an important paper, entitled "Danish Researches in the Atlantic and Mediterranean on the Life-history of the Freshwater-eel" (Internat. Rev. Hydrobiol. V. 1912).

The practical importance of these researches was considerable. The main fisheries were in the autumn, when the silver

eels were intercepted on their way to the open sea. When it was believed that eels bred near the coast, and that the elvers that ascended a river were the offspring of eels that had come from the same river, it was reasonable to suppose that the stock might be increased by allowing a proportion of the eels to escape the traps or nets, and so reach their breeding places. The demonstration that all European eels bred far away in the Atlantic made it clear that such a method would have no effect; the only way to increase the number of eels in rivers remote from the Atlantic was to supply them with elvers from Atlantic rivers, and this would have no permanent effect, but would have to be done year after year. These things were quickly realized in Germany, and from 1910 to 1914 millions of elvers were transferred from the Severn, a river that could spare them easily, to German rivers. These operations were resumed after the war.

Further researches on the Eel were postponed by the Great War, but in the years 1920 to 1922 Schmidt made two voyages across the Atlantic, the first in the schooner "Dana" and the second, from the Mediterranean to the Gulf of Panama, in the research ship, a converted trawler, of the same name. As a result he was able to show that the earliest larvae, less than 10 mm. long, were to be found only in an area S.E. of Bermuda, and that this area must be the breeding place to which all European eels resort. He demonstrated the growth of the larvae as they spread out across the Atlantic, and showed that the full-grown larvae that occur off the coast of Europe in the summer are 2½ years old, and the elvers about 3 years old. A surprising feature of this investigation was the capture of larvae of European and American Eels in the same hauls in the Western Atlantic, sometimes in almost equal numbers. The breeding area of the American Eel was established as a little south and west of that of the European Eel, but overlapping it. Schmidt found that the American Eel had a similar larval history to the European Eel, but much shorter, the elvers being only one year old instead of three. The prolonged larval life of the European Eel appeared to be peculiar to that species, in relation to the long distance to be travelled. These discoveries were published in 1922, in a memoir entitled "The Breeding Places of the Eel" (Phil. Trans. Roy. Soc. B. CCXI.).

The question why European eels travel such a long distance was answered as follows, that the eel, like many other

fishes, is peculiarly sensitive to external conditions at the breeding season, that it breeds probably at about 500 metres below the surface, and that its breeding-place is one where the water at that depth has a higher temperature and a higher salinity than anywhere else in the Atlantic. Thus the paradoxical conclusion was reached that the distribution of a fish that ranges from Iceland to the Nile, and inhabits both fresh and salt water, depends on temperature and salinity. That all species of *Anguilla* breed under similar conditions, and that this explains the peculiar distribution of the genus, was put forward in 1925, in a paper published by the Danish Academy, and was fully established as the result of the voyage of the "Dana" round the world in 1928 to 1930, an expedition led by S c h m i d t and financed by the Carlsberg Foundation.

The "Thor" and "Dana" expeditions have been mentioned in relation to eel investigations, but these were by no means their sole object. Even to establish where, and at what depths, eel-larvae did and did not occur, numerous hauls had to be made, and many other things than eel-larvae were caught. In addition larger mid-water nets were fished at depths down to 3000 metres below the surface, and enormous collections were made, far surpassing those of all previous oceanic expeditions put together. Even the preliminary sorting of this material was an enormous task, and the finding of specialists to work out and report on the different groups one of great difficulty, for the "Dana" collections would occupy the time of the zoologists of the world for a good many years. S c h m i d t acted as editor of the series of reports, of which ten of the Mediterranean Expedition (1908—10), eight of the North Atlantic Expedition (1920—22), and one of the Carlsberg Foundation's Expedition round the World (1928—30) have so far appeared. These contribute greatly to knowledge of oceanic life, include descriptions of many novelties, and contain much that is new concerning the classification, development, and distribution of oceanic organisms. It is to be hoped that the continuation of these reports, which S c h m i d t had planned and so much desired, will be carried on.

The "Dana" is a small ship to have journeyed so far and achieved so much; but S c h m i d t said to the writer of this notice: "When the ship is rolling about in the middle of the ocean, and the nets are being fished, it is a great advantage to be near your work". In these conditions also he found simplicity desirable, and did not use devices for closing nets,

but relied on a comparison of numerous hauls made at different depths to give the true vertical range of a species.

His early work on races of fish had shown Schmidt that these could often be distinguished by slight differences in averages of numerical characters. When he found reason to believe that the Mediterranean eels bred in the Atlantic, he made an analysis of the number of vertebrae in samples of eels from various localities, both Atlantic and Mediterranean, and found that each sample had the same range (110—120) and the same average (114.7), a result that suggested that all European eels were of one race and had one breeding-place. For comparison he now made a statistical investigation of *Zoarces viviparus*, an eel-like fish with about the same number of vertebrae as the eel, but viviparous, and not migrating for breeding. This fish is abundant in Danish waters, particularly in the shallow inlets known as fjords.

The fjord-fish are less slender than those outside in the open waters of the Kattegat or Baltic, and Schmidt found that they differed from these in numerical characters, the number of vertebrae, for example, decreasing in each fjord as the distance from the sea increased, until in the inner waters a population might be found differing from that of the open sea as much as the European from the American Eel, i. e., a difference in average of 10 vertebrae. Conditions of temperature, salinity, etc. varied so much in the fjords that the decreased number of vertebrae in them could not be assigned to the action of these agencies.

Having established, in 1917, that the non-migrating habit was correlated with localization, and the formation of populations of very different constitution, Schmidt investigated further. Offspring analyses, comparison of young with mothers, proved the number of vertebrae to be hereditary. Year-class analyses, the year-classes being ascertained from the structure of the scales, showed no significant fluctuation in average of vertebrae from year to year, but in another character investigated, the number of spinous rays in the dorsal fin, revealed a notable increase in one year, which appeared to be related to a particularly cold breeding season.

A little viviparous Cyprinodont, *Lebistes reticulatus*, was now selected for experimental work, its small size and quick breeding making it much more suitable than *Zoarces*. Among the results obtained was that the number of rays in the dorsal fin varied according to the temperature of the water at the time of early embryonic development, the rays being more

numerous with a high temperature than with a lower one. This, and other results, led Schmidt to hope that by analysis and experiment he might arrive at the solution of the problems of variation and of racial differences. When he died he had nearly ready for publication another contribution of great originality, and of far-reaching importance in this connection.

So far we have summarized Schmidt's contributions to science as botanist, oceanographer, biometrician, and experimenter. His success in these fields was due to his personal qualities, his enthusiasm, his capacity for hard work, and in particular a remarkable flair for visualizing the nature of a problem and the way in which it could be solved. His original papers, 126 in number, nearly all written in English, reveal the hand of a master in that the data are presented in such a manner that the inferences therefrom can readily be understood. As a director of researches and a leader he inspired others with confidence and enthusiasm, and had a band of willing helpers on whom he could rely.

Schmidt was a member of the Danish Academy, and an honorary member of many foreign societies. In 1923, he received an honorary D.Sc. from the University of Liverpool, and the Weldon Memorial Prize from Oxford. His other awards included the Agassiz Medal (U.S. Academy of Sciences, 1930), the Darwin Medal (Royal Society of London, 1930), the Galathea Medal (Royal Danish Geographical Society, 1930) and the I. Geoffroy St. Hilaire Medal (Société d'Acclimatation, Paris, 1931). He received decorations from no less than ten countries, including France, Italy, Holland, Norway, and Spain. These honours show that Schmidt's work was fully appreciated, but no notice of him would be complete without mentioning an extraordinary rebuff that astonished him greatly. His paper on the Life-history of the Eel, published in Germany in 1912, had first been sent to London for publication by the Royal Society, but was returned to him with an intimation that Grassi's work on this subject was considered to be sufficient. No better example could be given of the fact that the system of refereeing scientific papers has its imperfections. Ten years later the writer of this notice received from Schmidt his paper on the Breeding Places of the Eel, and communicated it to the Royal Society, who published it, and later made full amends by awarding Schmidt a medal.

S c h m i d t was dark, good-looking, youthful and intellectual in appearance; he had many friends and was a charming companion. Unlike some men of science he was always ready to tell what he was doing and what he hoped to achieve, but in a quiet and modest way, and with an appreciation of the views of others.

S c h m i d t's residence in Copenhagen, his connection with the International Council for the Exploration of the Sea, and his position as a leader, imposed social duties on him in which he was helped greatly by his wife. In 1903 he married Ingeborg Kühle, daughter of the chief director of the Old Carlsberg Brewery. To her gracious qualities as hostess a tribute was paid in "The Times" by the President of the International Council, and we offer her our sympathy for the loss of her husband, of whose distinction she was so proud.

C. T. R.

List of
Professor Dr. Johannes Schmidt's Scientific Papers
1899—1932.

1. Om ydre Faktorers Indflydelse paa Løvbladets anatomiske Bygning hos en af vore Strandplanter. En expérimentel Undersøgelse. (Avec résumé francais. Influence des agents extérieurs sur la structure anatomique des feuilles chez une de nos plantes maritimes (*Lathyrus maritimus* (L)). Étude expérimentale). (B. T. 22 Bd. 2 Hft. pp. 145—168, 1899).
2. Danmarks blaagrønne Alger, *(Cyanophyceae Daniae).* (B. T. 22 Bd. 3 Hefte. pp. 281—418, 1899).
3. Flora of Koh Chang. Part I Introductory. (B. T. Vol. 24. pp. 1—5, 1900).
4. Flora of Koh Chang. Part IV Peridiniales. (B. T. Vol. 24. pp. 212—221, 1901).
5. Über *Richelia intracellularis,* eine neue in Plankton-Diatomeen lebende Alge. (Hedwigia Bd. 40, pp. 112—115, 1901).
6. Some Tintinnodea from the Gulf of Siam. (D. N. F. 1901, pp. 183—190).
7. Flora of Koh Chang. Part V. Rhizophoraceae. (B. T. Vol. 24, pp. 249—254, 1902).
8. Bidrag til Kundskab om Skuddene hos den gamle Verdens Mangrovetræer. (Dissert). (pp. 1—115, 1903, København).
9. La végétation de l'île de Koh Chang. (La Géographie, pp. 275—290, 1903, Paris).
10. Cyanophyceae, in Helgi Jónsson: The marine Algae of Iceland. (B. T. Bd. 25, pp. 378—380, 1903).
11. Some preliminary remarks on the identification of pelagic postlarval forms of *Gadus.* (Printed as manuscript, pp. 1—3, 1904, København).
12. Flora of Koh Chang. Part VIII. Combretaceae. (B. T. Vol. 26, p. 168, 1904).
13. Fiskeriundersøgelser ved Island og Færøerne i Sommeren 1903. Skrifter udg. af Komm. for Havundersøgelser No. 1, pp. 1—148, 1904, København).

For Abbrevations, see page 160.

14. On pelagic post-larval Halibut. (*Hippoglossus vulgaris* Flem. and *H. hippoglossoïdes* (Walb.)). (M. K. H. Bd. I, No. 3, pp. 1—12, 1904).
15. The pelagic post-larval stages of the Atlantic species of *Gadus*. (M. K. H. Bd. I, No. 4, pp. 1—77, 1905).
16. On the larval and post-larval stages of the Torsk. (*Brosmius brosme*) (Ascan). (M. K. H. Bd. I, No. 8, pp. 1—10, 1905).
17. Vegetationstypen von der Insel Koh Chang im Meerbusen von Siam. (Karsten u. Schenck: Vegetationsbilder, Dritte Reihe, Heft 7—8, pp. 1—10, Jena, 1906).
18. The pelagic post-larval stages of the Atlantic species of *Gadus*. (M. K. H. Bd. II, No. 2, pp. 1—19, 1906).
19. On the pelagic post-larval stages of the Lings (*Molva molva* (Linné) and *Molva byrkelange* (Walbaum)). (M. K. H. Bd. II, No. 3, pp. 1—15, 1906).
20. On the larval and post-larval development of the Argentines. (*Argentina silus* (Ascan.) and *Argentina sphyræna* Linné). (M. K. H. Bd. II, No. 4, pp. 1—20, 1906).
21. Contributions to the life-history of the eel (*Anguilla vulgaris*, Flem). (R. P. V. Vol. V, pp. 137—274, 1906).
22. Marking experiments on Plaice and Cod in Icelandic Waters. (M. K. H. Bd. II, No. 6, pp. 1—23, 1907).
23. On the post-larval development of the Hake (*Merluccius vulgaris* Flem.). (M. K. H. Bd. II, No. 7, pp. 1—9, 1907).
24. The post-larval development of some North Atlantic Gadoids. (*Raniceps raninus* (Linné) and *Molva elongata* (Risso)). (M. K. H. Bd. II, No. 8, pp. 1—14, 1907).
25. On the post-larval stages of the John Dory (*Zeus faber L.*) and some other Acanthopterygian Fishes. (M. K. H. Bd. II, No. 9, pp. 1—12, 1908).
26. Aaleopdrætning i Italien. (Dansk Fiskeritidende Nr. 2, pp. 9—10, No. 3, pp. 20—21, No. 4, pp. 25—28, 1908, København).
27. Remarks on the methamorphosis and distribution of the larvae of the Eel. (*Anguilla vulgaris* Turt.). (M. K. H. Bd. III, No. 3, pp. 1—17, 1909).
28. On the occurrence of Leptocephali (larval Muraenoids) in the Atlantic W. of Europe. (M. K. H. Bd. III, No. 6, pp. 1—19, 1909).
29. The distribution of the pelagic fry and the spawning regions of the Gadoids in the North Atlantic from Iceland to Spain. (R. P. V. Vol. X, pp. 1—229, 1909).
30. On the distribution of the fresh-water Eels (*Anguilla*) throughout the world. I. Atlantic Ocean and adjacent Regions. (M. K. H. Bd. III, No. 7, pp. 1—45, 1909).
31. Ferskvandsaalenes (*Anguilla*) Udbredning i Verden. I. Det Atlantiske Ocean og tilgrænsende Omraader. (D. Kgl. Vidensk. Selsk. Skrifter, 7' Række, Naturvidensk. og Mathem. Afd. VIII, 3, pp. 121—178, 1909, København).

32. *Leptocephalus hyoproroïdes* and *Lept. thorianus*. (Zoologischer Anzeiger. Bd. XXXVI, No. 2/3, 1910).
33. Expeditionen og dens Arbejder. Fra den danske oceanografiske Ekspedition til Middelhavet i Vinteren 1908—1909. (Geografisk Tidsskr. 20 B. H. VI, pp. 243—245, 1910, København).
34. Exposé sommaire des travaux de l'expédition océanographique danoise dans la Méditerranée (1908—1909). (La Géographie, Tome XXI, pp. 99—112, 1910, Paris).
35. Eine neue dänische Tiefsee-Expedition nach dem Atlantischen Ocean und dem Mittelmeer (Fi. II Jahrg. No. 5, pp. 119—122, 1910).
36. Sind Grössengruppen bei den west- und nord-europäischen Glasaalen nachweisbar? (Fi. II Jahrg. No. 11, pp. 285—286, 1910).
37. Résultats préliminaires de l'expédition océanographique danoise dans l'Atlantique et la Méditerranée pendant l'été 1910. (La Géographie pp. 63—65, 1910, Paris).
38. Messungen von Mittelmeer-Glasaalen. (Fi. III Jahrg. No. 5, pp. 139—140, 1911).
39. Biology of the Eel-fishes, especially of the Conger. (Na. Vol. 86, pp. 61—63, 1911).
40. Fünf Jahre dänischer Untersuchungen über die Biologie der aalartigen Fische. (Fi. No. 12, pp. 374—379, 1911).
41. Introduction. (D. O. E. Vol. I, pp. 1—49, 1912).
42. Contributions to the biology of some North Atlantic species of Eels. (D. N. F. Bd. 64, pp. 39—51, 1912).
43. The larval form of *Chlopsis bicolor* Raf. (D. N. F. Bd. 64, pp. 53—56, 1912).
44. Danske Undersøgelser i Atlanterhavet og Middelhavet over Ferskvandsaalens Biologi. (Skrifter udg. af Komm. for Havundersøgelser No. 8, pp. 1—33, 1912, København).
45. Danish researches in the Atlantic and Mediterranean on the life-history of the Fresh-water Eel (*Anguilla vulgaris*, Turt.) (Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, V, pp. 317—342, 1912, Leipzig).
46. Über die Fortpflanzung des Aals und seine Laichplätze. (Fi. Jahrg. IV, No. 7, pp. 201—209, 1912).
47. Sur la reproduction et les lieux de ponte de l'Anguille vulgaire, (*Anguilla vulgaris* Turton). (Bulletin de la Société centrale d'aquiculture et de pêche. Tome XXIV, No. 9—10, pp. 216—226, 1912, Paris).
48. The growth in length of hop stems and its diurnal periodicity. (C. L. C. Vol. 10, pp. 233—251, 1913). (Also a Danish Edition).
49. The rotational movement of hop stems and its diurnal periodicity. (C. L. C. Vol. 10, pp. 267—283, 1913). (Also a Danish Edition).

50. Neue Methoden der Altersbestimmung beim Aal. (Fi. V. Jahrg. No. 2, pp. 61—63, 1913).
51. Har vi to Slags Aal? (Ferskvandsfiskeribladet. No. 4, pp. 21—23, København, 1913).
52. Nogle Ord om T r y b o m som Videnskabsmand. (Dansk Fiskeritidende, No. 8, pp. 102—105, 1913, København).
53. *Gadiculus argenteus* and *Gadiculus thori.* (Mindeskrift for Japetus Steenstrup, pp. 1—9, 1913, København).
54. Experiments with drift-bottles. (D. O. E. Vol. III, pp. 1—13, 1913).
55. Zur Unterscheidung einiger Süsswasseraal-Arten. (Fi. V. Jahrg. No. 11, pp. 454—456, 1913).
56. On the Identification of Muraenoid Larvae in their early ("Preletocephaline") stages. (K. H. Bd. IV, pp. 1—13, 1913).
57. First report on Eel investigations 1913. (R. P. V. Vol. XVIII, pp. 1—30, 1913).
58. Ålens fortplantning och lekplatser (Svensk Fiskeri-Tidsskr. pp. 17—28, 1913, Upsala).
59. On the classification of The Fresh-Water Eels *(Anguilla).* (M. K. H. Bd. IV, No. 7, pp. 1—19, 1914).
60. On the aroma of hops. (C. L. C. Vol. 11, pp. 149—163, 1915). (Also a Danish Edition).
61. On the amount of lupulin in plants raised by crossing. (C. L. C. Vol. 11, pp. 165—183, 1915). (Also a Danish Edition).
62. On the flowering time of plants raised by crossing. (C. L. C. Vol. 11, pp. 188—198, 1915). (Also a Danish Edition).
63. E. J. A l l e n, D. Sc., F. R. S., Über die Zucht der Plankton-Diatomee *Thalassiosira gravida* Cleve in künstlichem Seewasser. (Fi. VII. Jahrg. pp. 210—214,1915).
64. Second report on Eel investigations 1915. (R. P. V. Vol. XXIII, 1, pp. 1—24).
65. Om Humleunderøgelsers Betydning for Praksis. (Bryggeritidende 18 Aarg. pp. 15—16, 1915, København).
66. Marking experiments with Turtles in the Danish West Indies. M. K. H. Bd. V, No. 1, pp. 1—26, 1916).
67. On the early larval stages of the fresh-water eels (*Anguilla)* and some other North Atlantic Murænoids. (M. K. H. Bd. V, No. 4, pp. 1—20, 1916).
68. Flora of Koh Chang. Part X. Concluding remarks. Index to Families, Genera and New Species. (B. T. Vol. 32, pp. 355—368, 1916).
69. On the aroma in plants raised by crossing. (C. L. C. Vol. 11, pp. 330—332, 1917). (Also a Danish Edition).
70. *Zoarces viviparus* L. and local races of the same. (C. L. C. Vol. 13, pp. 277—397, 1917). (Also a Danish Edition).
71. Constancy investigations continued. (C. L. C. Vol. 14, No. 1, pp. 1—19, 1917). (Also a Danish Edition).

72. The occurrence of the wild hop in Denmark. (C. L. C. Vol. 11, pp. 314—329, 1917). (Also a Danish Edition).
73. Can different clones be characterised by the number af marginal teeth in the leaves. (C. L. C. Vol. 14, No. 2, pp. 1—24, 1918). (Also a Danish Edition).
74. Racial Studies in Fishes. I. Statistical investigations with *Zoarces viviparus* L. (Journal of Genetics, Vol. VII. No. 2, pp. 107—118, Cambridge, 1918).
75. Argentinidæ, Microstomidæ, Opisthoproctidæ. Mediterranean Odontostomidæ. (D. O. E. Vol. II, Biology, pp. 1—40, 1918).
76. Experiments with *Lebistes reticulatus* (Peters) Regan. (C. L. C. Vol. 14, No. 5, pp. 1—8, 1919). (Also a Danish Edition).
77. Racial Studies in Fishes II. Experimental Investigatigations with *Lebistes reticulatus* (Peters) Regan. (Journal of Genetics, Vol. VIII, No. 3, pp. 147—153, Cambridge, 1919).
78. Racial Studies in Fishes III. Diallel Crossings with Trout *(Salmo trutta* L.) (Journal of Genetics, Vol. IX, No. 1, pp. 61—67, Cambridge, 1919).
79. La valeur de l'individu à titre de générateur, appréciée suivant la méthode du croisement diallèle. (C. L. C. Vol. 14, No. 6, pp. 1—40, 1919). (Also a Danish Edition).
80. Der Zeugungswert des Individuums beurteilt nach dem Verfahren kreuzweiser Paarung (pp. 1—40, Jena 1919). (Also published as. 47. Flugschrift der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde, Berlin, 1919).
81. Stations in the Atlantic etc. 1911—15. (M. K. H. Bd. V, No. 7, pp. 1—27, 1919).
82. The genetic behaviour of a secondary sexual character. (C. L. C. Vol. 14, No. 8, pp. 179—191, 1920). (Also a Danish Edition).
83. Experiments with *Zoarces viviparus* L. (C. L. C. Vol. 14, No. 9, pp. 1—14, 1920). (Also a Danish Edition).
84. Racial Studies in Fishes IV. Experimental Investigations with *Zoarces viviparus* L. (Journal of Genetics, Vol. X, No. 3, pp. 179—191, Cambridge, 1920).
85. Annual fluctuations of racial characters in *Zoarces viviparus* L. (C. L. C. Vol. 14, No. 15, pp. 1—24, 1921). (Also a Danish Edition).
86. The numerical signification of fused vertebræ. (C. L. C. Vol. 14, No. 16, pp. 1—5, 1921). (Also a Danish Edition).
87. Contributions to the knowledge of the young of the sun-fishes *(Mola* and *Ranzania).* (M. K. H. Bd. VI, No. 6, pp. 1—13, 1921).
88. New studies of sun-fishes made during the "Dana" expedition, 1920. (Nature, No. 2681, Vol. 107, pp. 76—79, 1921).
89. Diallel Crossings with the domestic Fowl. (Journal of Genetics, Vol. XII, No. 3, pp. 241—245, 1922).
90. Oceanography of the Gibraltar region. (Na. No. 2724, Vol. 109, pp. 45—47, 1922).

91. The breeding places of the Eel. (Phil. Trans. Royal Soc. London, B, Vol. 211, 385, pp. 179—208, 1922).
92. Aalens Yngleplads er. (Naturens Verden, VI, Reprint, pp. 1—39, 1922, København).
93. Live specimens of Spirula. (Na. No. 2771, Vol. 110, pp. 788—790, 1923).
94. Breeding Places and Migrations of the Eel. (Na. No. 2776, Vol. 111, pp. 51—54, 1923).
95. Die Laichplätze des Flussaals. (Internat. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, Bd. XI, Heft 1/2, pp. 1—40, 1923, Leipzig).
96. Consumption of Fish by porpoises. (Na. No. 2825, Vol. 112, p. 902, 1923).
97. Aalespørgsmaalet i det Indo-Pacifiske Omraade. (Danmarksposten 12. Dec. 1923. Særtryk pp. 1—2, København).
98. The transatlantic migration of the eel-larvæ. (Na. No. 2827, Vol. 113, p. 12, 1924).
99. L'immigration des larves d'Anguille, dans la Méditerranée, par le détroit de Gibraltar. (Comptes-rendus des séances de l'Academi des Sciences, t. 179, pp. 729—732, 1924, Paris). (= La Nature pp. 379—381, 1924).
100. The breeding places of the eel. (Smithsonian report for 1924, pp. 279—316, 1925, Washington).
101. On the distribution of the fresh-water eels *(Anguilla)* throughout the world. II. Indo-Pacific region. (D. Kgl. Danske Vidensk. Selskab. Skrifter, Naturvidensk. og Mathem. Afd., 8. Række, X. 4, pp. 329—382, 1925, København).
102. On the contents of Oxygen in the ocean on both sides of Panama. (Science, Vol. LXI, No. 1588, pp. 592—593, New York City, 1925).
103. Further studies of sun-fishes made during the "Dana" expedition, 1921—22. (Na. January 16, Vol. 117, pp. 80—81, 1926).
104. The frequency of young cod etc. at the north and east coasts of Iceland etc. (R. P. V. Vol. 39, 1926, pp. 139—148, 1926).
105. "Dana"-Expeditionens Tudsefisk. (Naturens Verden. Juni—Juli 1926, pp. 261—271, København).
106. Eel larvæ in the Faroe channel. (Journal du Cons. Intern. p. l'Expl. de la Mer. Vol. II, No. 1, pp. 38—43, 1927, København).
107. Les Anguilles de Tahiti (La Nature, 15 Juillet 1927, pp. 57—63, Paris).
108. Nomenclature des poissons d'eau douce de Papeari. (Bull. de la Société des Études Océaniennes, No. 17, pp. 176—179. Papeete (Tahiti) 1927).
109. Ichthyologie I — Poissons d'eau douce de Tahiti. D'après des photographies du Prof. Johs. S c h m i d t. Ph. D. Sc. D. (Bulletin de la Société des Études Océaniennes. No. 20. Août 1927, pp. 278—279. Papeete (Tahiti)).

110. The Fresh-Water Eels of New Zealand. (Transactions of the New Zealand Institute, Vol. 58, 1927, pp. 379—388, Wellington 14th. February 1928).
111. Danish Fisheries Investigations in the Atlantic and adjacent Seas. (R. P. V. Vol. XLVII. Rapp. Jubilaire (1902—1927), 1928).
112. The Fresh-Water Eels of Australia. With some Remarks on the Shortfinned Species of *Anguilla*. (Records of the Australian Museum, Vol. XVI, No. 4, pp. 179—210, 1928, Sydney).
113. Racial Investigations. (R. P. V. Vol. LIV, pp. 72, 1929).
114. Introduction to the Oceanographical Reports. The Danish "Dana"-Expeditions 1920—22 in the North Atlantic and the Gulf of Panama. No. 1, pp. 1—86, Copenhagen—London, 1929).
115. The Atlantic cod (*Gadus callarias* L.) and local races of the same. (C. L. C. Vol. 18, No. 6, pp. 1—71, 1930).
116. *Nessorhamphus*, a new cosmopolitan Genus of oceanic Eels. (D. N. F. Bd. 90, pp. 371—375, 1930—31).
117. Oceanographical Expedition of the "Dana" 1928—30. (Na. March 21th. No. 3203, Vol. 127, pp. 444—446, and 28th. No. 3204, Vol. 127, pp. 487—490, 1931).
118. On the occurrence of the Cod (*Cadus callarias* L.) at East Greenland. (R. P. V. Vol. LXXII, pp. 1—8, 1931).
119. Summary of the Danish marking experiments on Cod, 1904—1929, at the Faroes, Iceland and Greenland. (R. P. V. Vol. LXXII, pp. 1—13, 1931).
120. Eels and Conger Eels of the North Atlantic. (Na., October 10th. No. 3232, Vol. 128, pp. 602—604, 1931).
121. Fresh-water Eels in British India (Na., January 9th, No. 3245, Vol. 129, p. 60, 1932).
122. 25 Jahre dänische Aaluntersuchungen (1905—30). (Natur und Museum, 62. 7 pp. 213—288, Frankfurt a. Main, Juli 1932).
123. Note sur les recherches du navire "Dana" en Méditerranée. (Rapp. et Proc. Verb. Vol. 7 n. s., p. 27. Comm. intern. p. l'Expl. scient. de la Méditerranée. Paris, Décembre 1932).

With Joint Authors:

124. Johs. Schmidt og Fr. Weis: Bakterierne. Naturhistorisk Grundlag for det bakteriologiske Studium (pp. 1—351, København, 1899—1901).
125. C. H. Ostenfeld og Johs. Schmidt: Plankton fra det Røde Hav og Adenbugten. (D. N. F. 1901, pp. 141—182, 1901).
126. Johs. Schmidt und Fr. Weis: Die Bakterien (pp. 1—416, Jena, 1902).

127. Johs. Schmidt and A. C. Strubberg: Mediterranean Bramidæ and Trichiuridæ. (D. O. E. Vol. II. A. 6. 1918).
128. Johs. Schmidt og Deltagerne i Expeditionen: "Dana"s Togt omkring Jorden. (G. B. N. F. pp. 1—369, 1932, København).

Editor of:

I. Flora of Koh Chang. Contributions to the knowledge of the vegetations in the Gulf of Siam. 1900—1916. (Reprinted from B. T. Vol. 24—32).
II. Investigations on Hops (*Humulus lupulus*, L.) I—XI, 1913—1918. (Reprinted from C. L. C. Vol. 10—14).
III. Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908—10 to the Mediterranean and Adjacent Seas. From 1912 Reports No. 1—10.
IV. Racial Investigations I—XI, 1917—1930. (Reprinted from C. L. C. Vol. 13—18).
V. The Danish "Dana"-Expeditions 1920—22 in the North Atlantic and the Gulf of Panama. From 1926 Reports No. 1—8.
VI. The Carlsberg Foundation's Oceanographical Expedition round the World 1928—30. From 1932 Report No. 1.
VII. Scientific Reports of the North-Western Area Committee. 1924—29. 3 Reports in R. P. V., Vol. XXXIX, LVII, LXXII.

The following abbreviations have been used:

B. T. = Botanisk Tidsskrift, København.
C. L. C. = Comptes-rendus des Travaux du Laboratoire Carlsberg, Copenhague.
D. N. F. = Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening, København.
D. O. E. = Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908—1910 to the Mediterranean and Adjacent Seas, Copenhagen.
Fi. = Der Fischerbote, Hamburg.
M. K. H. = Meddelelser fra Kommissionen for Havundersøgelser, Serie Fiskeri, København.
Na. = Nature, London.
R. P. V. = Rapports et Procès-Verbaux des Réunions. Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer. Copenhague.

Plaice Transplantations.

By

H. Blegvad.

TRANSPLANTATION of fish, that is to say, the removal from one locality to another of a number of living individuals of some species of fish, is an old practice, though **freshwater** fish were the first to be treated in this way. The monks of ancient times gradually extended the distribution of the **carp** over most of Europe, at the end of the sixties the **sea-trout** was transplanted from England to Australia and New Zealand, and in 1882 the **rainbow-trout** was transferred from America to European fish-ponds. A more recent undertaking is the experimental transplantation of **salt-water fish** from one area of the sea to another. As a successful instance of this may be mentioned the conveyance of **shad** *(Clupea* (or *Alosa) sapidissima)* from the Atlantic to the Pacific coast of North America, carried out by the American Fish Commission. One should also mention the experiments of the Fishery Board for Scotland in the nineties, when recently hatched fry of **plaice** were transferred from Dunbar on the east coast of Scotland to Upper Loch Fyne on the western, and Capt. G. M. Dannevig's liberation of recently hatched **cod fry** on the south coast of Norway. From various other countries, down to recent times, tiny plaice fry have been liberated in the sea by way of experiment; but in most places this practice has been given up again, because the view has gradually come to prevail that the abundance of young fish depends on the physical conditions in the sea to a higher degree than on the amount of eggs or fry. A common feature of these transplantations of salt-water fish was that in all cases the experiments were carried out with artificially hatched fry of the species in question. However, the transplantations of plaice mentioned below involve exclusively fish that have spent several years in the sea.

I. Transplantations in the Limfjord.

As far as we know, the first transplantations of young plaice were carried out in Denmark, more precisely, in the Limfjord. Detailed reports on these experiments are given by C. G. Joh. Petersen **(1895, 1909,** I, **1922,** App. I) and A. C. Johansen **(1928,** I); it

would appear from these reports that the transplantations were started on private initiative (with a small government grant) at the beginning of the nineties, but in the eighties Justitsraad Hansen of Thisted had already conceived the idea of transplanting plaice to the Thisted Broad, and to this end the Thisted Fiskeriforening (Association of Fishermen) was formed in 1892. During the first years the transplantations amounted to between 6,000 and 27,000 Kg. only, or about 70,000—200,000 plaice. But from the year 1908 larger government grants enabled more extensive transplantations to be carried out, and from this time approximately 1 to 3 million plaice (average weight 3.6—8 Kg. per 100 fish) were transplanted from the waters of the Thyborøn Kanal — in particular, the Nissum Broad — to the inner Limfjord. The only exceptions were the years 1917 and 1918, during the war: in 1917 no transplantations were carried out and in 1918 only a quarter of a million plaice were so treated. Apart from this, the transplantations have been continued uninterruptedly during recent years, with an annual government grant of about 20,000 Kr. and a contribution, smaller in amount, which the local Fishermen's Associations made for part of the time.

The scientific side of the transplantations in the Limfjord was discussed by C. G. Joh. Petersen **(1895)**. He demonstrated (1) that the plaice does not spawn in the Limfjord, (2) that every year an immigration of plaice takes place from the west to the inner broads of the Limfjord, though (3) comparatively few plaice reach the most remote broads — in the Thisted and Visby Broads practically no plaice were found but those that had been transplanted — (4) that the growth of the plaice in the latter localities is far more rapid than in the western broads, and (5) that this circumstance is due to the varying density of the stock of plaice; the westernmost broad, the Nissum Broad, must be supposed to be overcrowded, and hence the growth of the plaice is but poor in this area. The density decreases towards the inner broads, and at the same time the growth-rate of the plaice increases. Finally, it was shown by marking experiments (6) that most of the plaice transplanted remain in the locality where they are liberated.

The size of the plaice at transplantation is generally between 10 and 26 cm., the average varying between 16.3 cm. (1929) and 19.1 cm. (1932). As has been said, the growth of the transplanted fish is very rapid; during one growth-period, from April till November, it amounts to 8—13 cm., so that in autumn most of the transplanted fish weigh about 375 gr., as against an average weight of about 57 gr. on liberation. In earlier times all the fish to be transplanted were taken from the Nissum Broad, according to the charts of C. G. Joh. Petersen **(1922,** p. 41) and A. C. Johansen **(1928,** p. 60—62). As already mentioned, this locality is overcrowded with small plaice of the age-groups I—V; the numbers estimated range between 1,000 and 5,000 per hectare outside the 4 m. contour, which corresponds to 17—79 million plaice in the whole broad. Although both authors

emphasize the fact that the removal of the fish from the Nissum Broad has been of advantage to the fishery in this broad rather than the reverse, the repeated complaints of the fishermen of the neighbourhood have led, in later years (from 1930 upwards), to some of the fish — in 1931 about 20 % — being taken for transplantation from the Thyborøn Kanal as indicated in Figure 1. This chart also gives the number and weight of plaice transplanted to the different parts of the Limfjord in April 1932. The quantities there stated are those delivered to the local Fishermen's Associations.

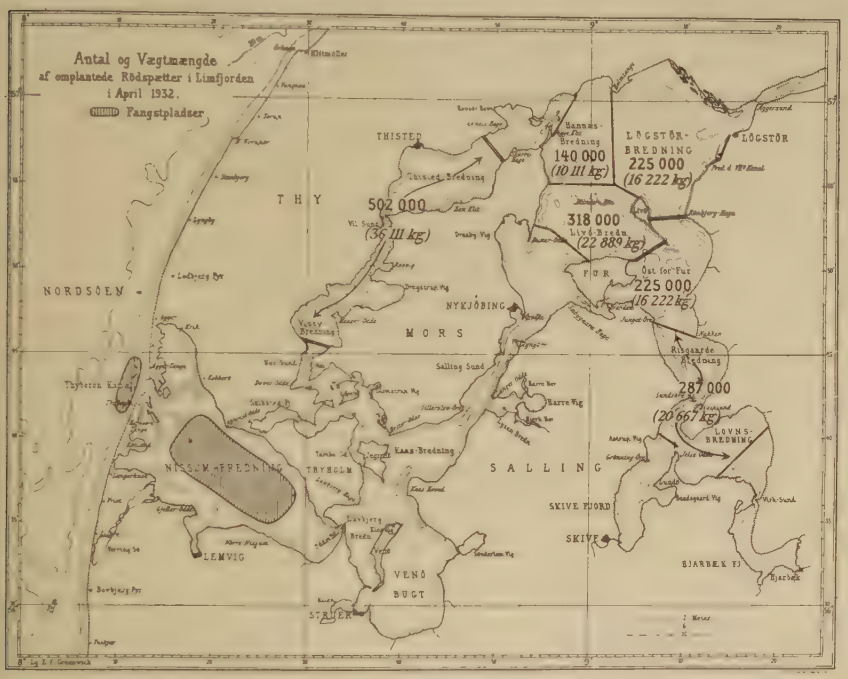


Fig. 1.
Chart of the Limfjord. The Plaice are caught for transplantation into the shaded areas, in the western part of the Fjord. The large figures in the inner Broads indicate the number of Plaice transplanted to the various areas in April, 1932. The figures in brackets denote the corresponding quantities in Kg.

In practice the procedure is as follows. A few months before the annual transplantation is due, a meeting is held by representatives of the Fishery Board, the Central Organisation of the local fishermen, and the Danish Biological Station to arrange the details; here the date of the transplantation is fixed, and the price per Kg. for capture and transport of the fish to be transplanted is also settled. The arrangements made are notified to the local Fishermen's Associations by the Central Organisation, and they are also informed how many boats may take part in catching the fish and how many well-boats will be necessary for the transport.

On the day fixed several hundreds of small fishing boats meet the Fishery Inspection steamer at a position in the Nissum Broad previously decided upon (as a rule at Kobberø), the big well-boats anchoring near by. After the boats have exhibited their permits, fishing begins. A mesh width smaller than 8 cm. is not allowed, and only 400 m. of line may be bent to each arm of the gear. As the boats get their wells full, they deliver their catches to the well-boats under the supervision of the Fishery Inspection, which is exercised especially in regard to weight and vitality of the fish. If the weather becomes rough, the Fishery Inspection may suspend the fishing. When a well-boat has a full load, it starts at once for the place at which the fish are to be liberated; each boat carries one of the staff of the Fishery Inspection, and under his supervision the fish are weighed at the place where they are to be liberated; the agreed price is only paid for fish likely to live. As a rule a member of the local Fishermen's Association is also present in order to take delivery of and to check the loads of plaice for transplantation.

The quantities of plaice transplanted in the years down to 1929 are given by A. C. Johansen (l. c., p. 55—59). During the years 1929—32 the following quantities were transplanted:

		1929	1930	1931	1932
Thisted and Visby Broads	number	899,000	520,000	664,000	502,000
	weight in Kg.	32,106	35,130	36,111	36,111
Hannæs Broad	number	280,000	145,000	186,000	140,000
	weight in Kg.	10,000	9,838	10,111	10,111
Løgstør Broad	number	442,000	234,000	299,000	225,000
	weight in Kg.	15,789	15,784	16,222	16,222
East of Fur	number	442,000	234,000	299,000	225,000
	weight in Kg.	15,789	15,784	16,222	16,222
Risgaarde and Louns Broads	number	560,000	297,000	380,000	287,000
	weight in Kg.	20,000	20,108	20,666	20,667
Livø Broad	number	619,000	329,000	421,000	318,000
	weight in Kg.	22,105	22,270	22,889	22,889
Total of transplanted plaice	number	3.242,000	1.759,000	2.249,000	1.697,000
	weight in Kg.	115,789	118,914	122,221	122,222
Weight in Kg. of 100 individuals		3,571	6,761	5,435	7,303

It is seen that while the **weight** of the fish transplanted is nearly constant there has been no small variation of the **numbers** from year to year according to the transplanted fish being big or small in the year in question. This is mainly dependent on the year-classes that happen to predominate at the places of capture in the different years. It is an interesting fact that the 1928 year-class has played a considerable part throughout the years 1929—32. Among the fish transplanted

in 1929 this year-class was already numerously represented as the I-group, and the effect of this was that the plaice for the transplantion this year were uncommonly small. Next year, 1930, the average weight of the plaice had risen considerably; the 1928 year-class, now 2-year old fish, was predominant, but there was also a considerable number of the 1927 and older year-classes. In 1931, however, there were almost no representatives of older year-classes. The 1928 year-class then constituted between 70 and 80 % of the stock, of which the 1929 year-class represented about 15 %. Accordingly, the average weight was somewhat lower than in 1930 but considerably higher than in 1929. The highest average weight was reached in 1932 because the 1928 year-class, represented by 4-year old fish, still predominated in the stock: in numbers it constituted about 48 % of the stock and still more, of course, by weight.

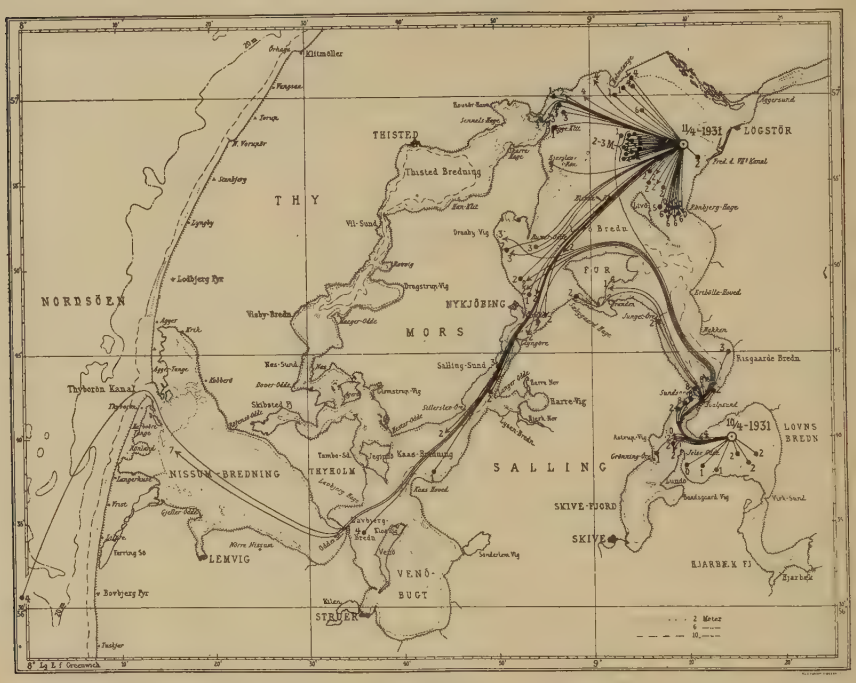
The expenses of the transplantations in the Limfjord are discussed by A. C. Johansen (l. c., p. 58—59). During recent years the carrying charges have been falling: in 1929 prices were the same as in 1928, viz., 10 Øre (ca. 1½ d.) per Kg. for capture and 9 Øre per Kg. for transport, whereas in 1930 and 1931 conveyance was only 8½ Øre and in 1932 only 8 Øre per Kg. The total annual cost in recent years has been about 22,000 Kr., a small part of which, only, was contributed by the local Fishermen's Associations.

In the years 1893 and 1895 C. G. Joh. Petersen **(1893** and **1895)** marked and liberated about 1300 plaice at different localities in the Limfjord. All the plaice recaptured were taken in the immediate vicinity of the place of liberation. From 1927 till 1932, with the exception of 1930, marking experiments were made concurrently with the transplantations. In 1927, 500 plaice were marked; in 1928, 960; in 1929, 200; in 1931, 200; and in 1932, 300. One result of these experiments is particularly notable; it has been found that the Thisted—Visby Broad is the only locality in which the plaice marked do not show any tendency to emigrate from the area where they were liberated. In the other places of liberation the marked plaice have dispersed rather widely, but it cannot be said that the tendency to migration has been stronger in an outward than in an inward direction, and there is only one instance in which a plaice liberated at one of the transplantation areas went right out of the fjord and was recaptured in the North Sea. However, many of the plaice that were liberated **outside** the transplantation areas have left the fjord, and this tendency is the more marked the nearer to the Thyborøn Kanal the plaice have been liberated (see Fig. 2 and 3). As a result of these findings a comparatively much greater number of fish has been transplanted to the Thisted Broad than to the other broads during recent years.

A. C. Johansen (l. c., p. 70—71) has called attention to the fact that the marking experiments show a high percentage loss of the transplanted plaice, on account of their being caught too early.

In order to save the transplanted fish as much as possible until they have reached a profitable size and weight, authority is given, in

paragraph 27 of the Danish Fisheries' Act, to the Minister for Shipping and Fisheries to forbid the use of certain seines and to raise the general minimum size-limit, which is 25.7 cm. for the plaice. In the case of the Limfjord this authority is used for the purpose of forbidding the employment of flat-fish seines in the transplantation areas from April


THISTED
Thisted Bredning
T H Y
NORDSØEN
Thyborøn Kanal
NISSUM BREDNING
LEMVIG
Bovbjerg Fyr
Lodbjerg Fyr
Vilsund
Visby-Bredning
MORS
NYKJØBING
THYHOLM
Skibsted Fjord
Sallingsund
SALLING
Harre Vig
Tambo-Sø
Jegindø Kaas-Bredning
Venø-Bugt
STRUER
SKIVE-FJORD
SKIVE
Bredu
FJOR
Risgaarde Bredn
LOVNS BREDN
LOGSTÖR
1/4-1931
2-3 M.
Ejerslev
Ejerslev Fjord
Ejerslev Vig
Ejerslev Kanal
Ejerslev Sø
Ejerslev Bredning
Ejerslev Bredning
Ejerslev Bredning

preyed upon by the plaice (first-class plaice food) are kept down to a minimum in the Nissum Broad by the superabundant plaice population in this locality and that the quantity of plaice food per 1 m.² in the other broads varies highly according to the occurrence of "good" or "bad" brood years among the food animals. In recent

Fig. 3.
3 Marking Experiments in the Limfjord, 2 inside and 1 outside the Transplantation areas, in April 1932. 1) In the Louns Broad (13/4 1932) 75 transplanted plaice were marked. 17 % were caught; most of them had moved in a northerly direction, but only one was taken outside the Transplantation areas. 2) In the Thisted Broad 75 transplanted plaice were marked and liberated (12/4 1932). 83 % of these were recaught — all of them in the Thisted Broad. 3) In the Nissum Broad (14/4 1932) 100 plaice, caught on the spot, were marked and liberated; 17 % were recaught, mostly outside the Fjord in the North Sea. — Signature as in Fig. 2.

years (after 1924) there has been a perceptible fall in the amount of plaice food, and this fact the author has **(1928)** attributed to the enormous rise in the number of viviparous blenny *(Zoarces viviparus)* that has taken place concurrently, for the latter fish is a competitor of the plaice for the food. The author has shown similarly that the increase in the quantity of viviparous blenny must be a consequence of the decrease of the cod population in the years after 1924, for, through the years, a distinct co-variation between the frequency of cod and viviparous blenny can be pointed to, the latter decreasing when the former increases, and vice versa. In 1932, therefore, a

preliminary attempt was made to transplant cod from the Kattegat to the Limfjord. This attempt, which comprised only 3,000 Kg. of cod, being successful, the transplantation in April 1933 was extended to 24,000 Kg., at a mean length of 33 cm.; the fish were caught in the Kattegat and the Belt Sea and carried to the Thisted Broad by three well-boats. The 1932 marking experiments showed that the cod grew well (about 18 cm. during one growth-period) and that they did not emigrate from the Limfjord.

II. Smaller Experimental Transplantations of Plaice in other Waters.

As time went on, the transplantations in the Limfjord attracted considerable interest abroad. At an international conference in Amsterdam on Dec. 17th, 1903, W. Garstang brought forward in Commission B ("Pour l'investigation des Pleuronectides et d'autres poissons pris au chalut") recommendations for "experiments in the transplantation of marked plaice from one ground to another, in order to trace differences in the rate of growth and to test the question whether in the North Sea there would be any advantage to the fisheries if such transplantations were carried out on a commercial scale." And so, during the following years, various countries made a series of less extensive transplantation experiments, combined with marking, in order to examine the question whether such transplantations on a larger scale could be made to pay.

In 1899 C. G. Joh. Petersen and Dr. Johan Hjort, then Director of the Biological Station of Drøbak, collaborated in the transplantation of a number of plaice (about 23,000 plaice at lengths from 15 to 25 cm.) from Danish waters to the Oslo fjord in **Norway.** Some of them were marked, but owing to Dr. Hjort's resignation of his appointment, he was unable to follow the experiment to its conclusion. However, it was learnt that in the following year the plaice marked attained a size of 35—40 cm., and several of the fish caught in the autumn of 1900 contained mature roe. In 1901, 1902 and 1903 several more Danish plaice (1230, 1500 and 1000 respectively) were liberated in the Oslo fjord (Beretning vedkommende Norges Fiskerier for Aarene 1901—1903). It is stated in the "Beretning" that no transplantations were made in the period 1904—1907 because no suitable plaice could be procured; the Danish plaice sent to Norway in straw are too devitalised. From 1908 onwards the "Beretning" says nothing about transplantations, and it must be presumed that since 1903 they have not taken place.

Trybom **(1901—1904)** describes a **Swedish** experimental transplantation of plaice: about 23,000 plaice, caught near the Skaw, were liberated in the fjords of Stig, Askerö and Ellelös in April 1902; 686 of them were marked, but only 5 % were recaptured in the

course of one year, and the growth had only amounted to 1—2 cm. In July and September, 1903, 492 plaice, caught in the southern Kattegat, were marked and liberated off the coast near Göteborg. 82 fish or nearly 16.7 %, were recaptured. The direction of migration was in most cases southerly or westerly.

Most of the **English** transplantation experiments have centred on the Dogger Bank. In April and May, 1904, W. Garstang **(1905)** made the first experimental transplantation of 1147 plaice, 14—29 cm. long, from Bridlington Bay and Horns Reef to the Dogger Bank. The percentage recapture averaged 18; the growth was very rapid, 13 cm. from April till November, i. e., one growth period. Thus the growth-rate was even higher than in the Limfjord. In the main the migrations were confined to the vicinity of the Dogger Bank.

Experiments of a similar kind made in the years 1905—1909 have been described by J. O. Borley **(1912** and **1916).** The plaice were taken partly on the Danish, partly on the English and the Dutch North Sea coasts. Generally the size ranged between 20 and 25 cm., and the growth in one year averaged 12.2 cm. for males, 14.2 cm. for females, which is more than twice the growth in the regions in which they were caught. During the same time their value was estimated to have risen to about 6½ times its original amount. The percentage recapture averaged about 23, and the bulk of the fish marked were recaptured on or near the Dogger Bank.

According to Borley and collaborators **(1923)** and J. N. Carruthers **(1924)** 1240 and 62 plaice respectively were transplanted from the vicinity of the Haaks Lightvessel and the Texel Ground to the South-West Dogger in June 1920 and May 1922. The corresponding percentage recaptures were 9.5 and 29.0; it is said that on the first occasion the vitality of the plaice was poor, no doubt on account of bad weather during transport; 21 % of the fish had to be rejected. On the whole the growth was the same as in earlier transplantation experiments, and so was the migration. The weight increment of the fish transplanted and marked seemed, however, to be somewhat smaller in the post-war than in the pre-war experiments.

In "Rapports et Procès-Verbaux", Vol. LXXIV, 1931, p. 107—108 E. S. Russell and G. T. Atkinson describe an English experimental transplantation from Esbjerg to the Dogger Bank in April 1924. About 2,000 plaice at a mean length of 25 cm. were carried in tanks by H. M. S. "Dee" to the Dogger under favourable conditions. 27 % of the marked fish were recaptured in the course of one year. According to the same report (p. 110) no transplantation experiments were made by England during the period 1925—30, nor do any publications after 1930 deal with such experiments.

German transplantations of plaice from the North Sea to the western Baltic are treated by H. Henking in "Rapports et Procès-Verbaux", Vol. XIII, 1911, p. 64, but he does not mention the years

in which they were carried out. The same author gives more detailed information later on **(1922** and **1925):**

(1) In November 1909 some plaice which had been caught between the Weser Lightvessel and Norderney were carried on a well and in tanks onboard the "Poseidon" through the Kiel Canal to the western Baltic, where 300 fish were marked and liberated, together with 350 locally caught fish, at the Bülk Lightvessel. In the course of 8 months 12 % of the transplanted fish had been recaptured.

(2) In May 1914 a number of plaice were transferred from Wangeroog to Stoller Grund, where they were marked. Their growth during the first year amounted to nearly 9 cm. In all, 46 fish were recaptured.

(3) On May 6th, 1922, 9 centners or about 3,000 plaice (average length 24.7 cm.) were carried by well-boat from Cuxhaven through the Kiel Canal and liberated at the Stoller Grund, 1,000 fish being marked. Owing to the fall of the Mark the return of recaptures was irregular. Up to June, i. e., after a month, 46 plaice had been recaptured, but very few more were afterwards sent in. The growth in one year was about 10 cm.

(4) During the latter half of October 1922 about 15,000—20,000 plaice (most of them measuring 6—9 cm., though some reached 26 cm.), flounder and dab were carried by well-boat from Cuxhaven to Kiel Bay through the Kiel Canal. 1065 fish were marked but on account of the fall in the Mark the recaptured fish were not always sent in. The growth of the marked fish sent in after nearly a year was about 10 cm.

(5) During the cruise of the "Poseidon" in April 1925 an experimental transplantation was made, which is described by S. Strodtmann **(1926)**; 800 plaice in the well of "Poseidon" and 100 in a bath in the laboratory were carried from the Elbe to the Kiel Bay where 500 marked plaice were liberated. Although no figures are given for growth and percentage recapture, it is said that the recoveries were few.

(6) and (7) E. Fischer **(1930)** describes two separate experimental transplantations of plaice from Büsum over land to the western Baltic. In the first experiment plaice which had been stored for some time at Büsum were carried by lorries and liberated in the Bays of Eckernförde, Neustadt and Lübeck. Some of the fish were marked, but the percentage recapture was only 10. The second experiment took place in April 1930, the plaice being carried by rail from Büsum to Kiel in a special conveyance with arrangements for circulating and aerating the water, and the fish were liberated from a fishing boat in Kiel Bay. As far as I know, the complete results of these experiments have not yet been published.

As far as can be seen from such maps showing the migrations, as have appeared, none of the plaice marked in the German transplantation experiments were recaptured outside the western Baltic or the southern part of the Little Belt.

A series of **Danish** experimental transplantations of marked plaice was made by A. C. Johansen **(1906, 1907** and **1912)** in the years 1904 and 1908.

(1) In February 1904, 900 plaice were transplanted from the shallows of the inner Horns Reef to outside the 20 m. contour (about 7°30′ E. and 6°30′ E. long.); all of them were marked. After one year only 5 % of them had been recaptured, all in the North Sea. The cause of the low percentage recapture is stated to be the bad conditions of transport. During this period the growth was about 6 cm.

(2) During the same month and from the same place 140 plaice measuring 20—26 cm. were taken to a position inside the Graadyb at Esbjerg. By Sep. 30th, 1906, 25.7 % had been recaptured. They had all migrated in an outward direction, mostly back to Horns Reef. A year's growth was about 6 cm.

(3) In March 1904, 600 plaice, 19—32 cm. in length, were marked and transplanted from the Horns Reef to Skagerak. Only 7.5 % had been recaptured by Sep. 30th, 1906. Here, too, the low percentage recapture is attributed to bad weather during transport; of the local Skagerak plaice marked at the same time, about 50 % were recaptured. The growth in one year was 7—8 cm. Several of the plaice had migrated towards the Skaw but more went towards Horns Reef. From this experiment A. C. Johansen thought he might draw the conclusion that transplanted plaice are apt to migrate longer distances from the place of liberation than the local plaice usually do.

(4) In March 1904, 60 plaice 22—28 cm. in length, were transferred from Aalbæk Bay to a position east of Læsø Trindel. 57 % were recaptured in one year. The main direction of migration was westerly, towards the shallower waters of the Danish coasts. The growth during the year was about 7 cm., which is more than for plaice both caught and liberated in Aalbæk Bay.

(5) An unsuccessful experimental transplantation from Aalbæk Bay to 12 nautical miles east of the Skaw Lightvessel was made with 40 plaice 22—28 cm. long in September 1904. None of these plaice were recaptured. A. C. Johansen thought that they had died because of the altered conditions of existence, but, as we now know, the temperature was obviously too high; the temperature of the water in which they were captured was 12.4° C.

Transplantations of small numbers of plaice from Aalbæk Bay to the Great Belt and southern Kattegat were made in April 1909:

(6) and (7) Of 200 plaice, 22—28 cm. in length, one half was liberated south of Romsø, the other at Tranekær; during the first year, 40 and 8 % respectively were recaptured, up to Nov. 30th, 1911, 45 and 13 % respectively. The growth was but slow during the first year, only about 2 cm. The growth of six individuals, however, averaged 8.6 cm. in the course of 2 years, which was more than the average growth in indigenous Belt Sea plaice of the same size.

(8) Two lots of plaice, 200 and 100 in number, were liberated at Fornæs in the southern Kattegat in April 1909; after one year 41.5

and 36.0 % respectively, and up to Nov. 30th, 1911, 44.5 and 39.0 % had been recaptured. In this case also the growth-rate was low during the first growth-period.

From experiments (6), (7) and (8) A. C. Johansen draws the conclusion that on the whole the individuals transplanted from Aalbæk Bay have migrated in a northerly direction. However, it should be noticed that most of the transplanted plaice have been recaptured near the places of liberation; only 7 individuals, out of a total of 186 recaptured, had migrated comparatively long distances.

(9) S. W. Fogh **(1924)** reports a transplantation experiment made on March 30th, 1922. 750 Kg. of plaice, caught at the end of March about 40 nautical miles WSW. of the Graadyb bell-buoy, were kept in fish-ponds in Esbjerg harbour and carried by lorries to Haderslev whence they were taken to the Little Belt and liberated at two positions, one north of Linderum and the other south of Aarø, by the inspection vessel "Falken". 300 plaice were marked at each of the two places, but the percentage recaptures were only 5.7 and 1.7 respectively, and most of the fish were caught within the first three months after liberation. It is expressly stated that the fish had no doubt weakened too much before liberation. The growth ranged between 1 and 3 cm.; one plaice, however, which had carried its mark for eleven months, had grown 9 cm. Simultaneously plaice of the same sort were marked and liberated at the Graadyb Lightvessel; here the percentage recapture amounted to 12.6, but the growth was far slower than that of the transplanted fish.

(10) 400 Kg. of plaice, measuring 19—34 cm., were caught off Lyngvig in the North Sea, and on July 23rd, 1925, they were carried by well-boat through the Limfjord and liberated at Fornæs in the Kattegat. 125 fish were marked, and in the course of one month 7.2 % were recaptured, but none of them were caught subsequently. No doubt the hot weather (the surface temperature of the water was 21—22° C.) was the cause of the small number of recoveries. — S. W. Fogh **(1926).**

(11) A Danish experimental transplantation, the results of which have not yet been published, comprised 330 plaice 23—34 cm. in length. They were caught with a Danish seine by a fishing boat on April 4th, 1925, north of Horns Reef (55°37′ N., 7°48′ E.) in 14 m. depth and were carried northwards in a tank on board the "Dana"; 200 marked plaice were liberated at Jydske Rev (56°55′ N., 7°36′ E.) in 25 m. of water on April 5th. On the same day 130 plaice were liberated in Vigsø Bay (57°10′ N., 8°45′ E.) in 12 m. depth. The recaptures totalled 28.5 and 55.4 % respectively, and the growth during one growth-period was 10—11 cm. The direction of migration of the marked plaice was mostly towards the south, and they had spred rather much. Nearly all the plaice recaptured during the first month after liberation were taken near the coast, but the later recaptures occurred in deeper water. A control experiment with plaice liberated at the place of capture yielded an 80 % recapture though 54 % were

recaptured within a month after liberation, and the growth in one growth-period amounted to only 3—6 cm.

III. The large Danish Experimental Transplantations of North Sea Plaice to the Belt Sea 1928—1933.

As the stock of plaice in our inner waters continued to become thinner it was felt desirable to find measures to check the impending fall in the yield of the fisheries. A scheme was established for collaboration between representatives of the fishermen, the Board of Fisheries, and Dr. A. C. Johansen, and after some preliminary experiments on the vitality of the North Sea plaice in the less salt water of the Belt Sea, the first large transplantations were made with North Sea plaice, which were carried to the Belt Sea, that is to say, the waters round Funen and Zealand.

The first large transplantation experiment in 1928 was briefly described in the "Journal" by A. C. Johansen **(1928,** II); the later ones, down to 1931 inclusive, have been dealt with by the author **(1932).** The following were the numbers and weight of North Sea plaice transplanted to the Belt Sea in the years 1928—33:

Year	Plaice transplanted		Number of transplanted plaice marked (recapture per cent in brackets)	Number of local plaice marked (recapture per cent in brackets)
	Number	Weight		
1928	1,430,000	103,000 Kg.	3,000 (18%)	430 (60%)
1929	1,047,000	107,000 »	2,800 (32%)	2,800 (60%)
1930	87,000	9,243 »	200 (46%)	38 (66%)
1931	1,895,000	114,472 »	2,300 (39.6%)	850 (26.9%)
1932	1,204,700	107,375 »	2,000 (31.1%)	1,000 (54.2%)
1933	1,114,900	109,205 »	1,950	1,000

During the years 1931—1933 the year-class 1928 predominated in the stock of plaice at Horns Reef, as it did in the Limfjord (see p. 164). The average size and weight of the plaice, therefore, increased during the same years; hence the decrease in the number of plaice transplanted.

While, in 1928, the plaice were taken partly from the Thyborøn Canal in the Limfjord and partly from Horns Reef, all the plaice that have been transplanted since then were taken from Horns Reef. Towards the cost of the transplantation experiments the Government granted an annual sum of 60,000 Kr. in 1928, 1929 and 1931. In 1930 a small government grant was given to two Fishermen's Associations only, because it was intended to await the results of the experiments of the previous years before continuing the grants; in 1932 and 1933 the annual grants were 50,000 Kr. A small part of this sum (about 10,000—12,000 Kr. annually) goes to the scientific control experiments, marking work, rewards for marked fish sent in by the fishermen, etc.

After five years spent in gathering experience the procedure in these large-scale transplantation experiments has acquired a settled

form, and the mode of operation has been thoroughly tested. Briefly the procedure is as follows.

Through the Board of Fisheries an agreement is made with a fishmerchant to supply a specified weight of plaice from the North Sea at a fixed price and under certain conditions, the chief points of which are as follows:

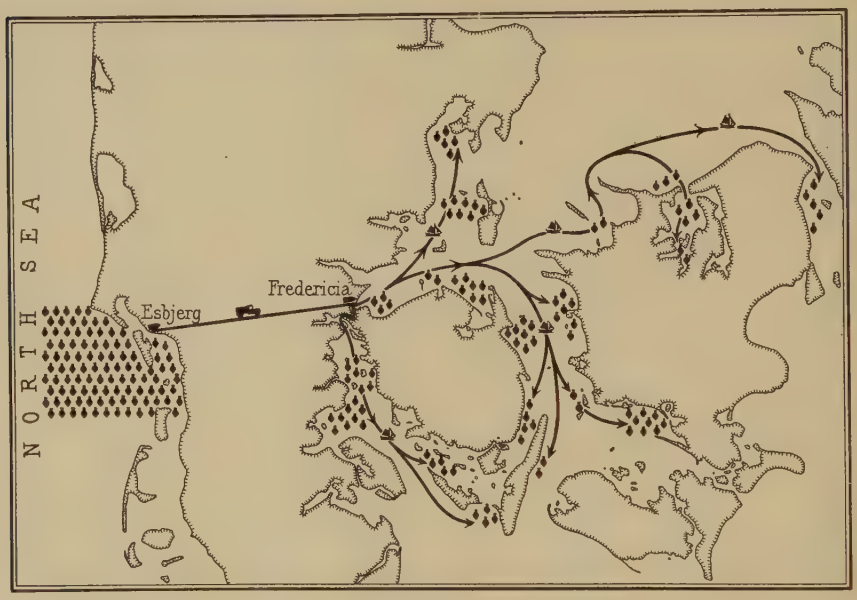


Fig. 4.
Diagram of the Transplantation Experiments from the North Sea to the Belt Sea during the years 1929—1933. The plaice were caught in the Horns Reef area at Esbjerg, where they were kept in well-boxes for 2—3 days before the transport by fish lorries to Fredericia. Here the fish again were kept in well-boxes for some few days. The transport to the places of liberation took place by means of well-smacks. — In the figure each fish denotes 10,000 plaice and the ways of transport are shown by heavy black lines.

1) After being landed at Esbjerg the plaice are to be kept in well-boxes for at least 48 hours before they are carried overland to Fredericia in a closed fish-lorry.
2) The overall length of the plaice must be between 17 and 25 cm.
3) At Fredericia the fish must be kept in well-boxes for another 48 hours at least.
4) From here they are carried to the positions of liberation by well-smacks of at least 20 tons gross. The maximum load is fixed at 2,000—2,500 Kg. as estimated by the Fisheries Inspectorate.
5) The contract price is paid at the place of liberation, but only for fish considered by the government inspectors as likely to live.
6) Liberation of the fish is reckoned to begin during the first half of April and to be concluded before the end of the same month.

In past years, there have been very few mishaps in the supply of the fish for transplantation, so that only quite negligible quantities were considered insufficiently alive and have had to be discarded.

The actual work of liberation is controlled by the Fisheries Inspectorate, the marking and the working up of the results by the Danish Biological Station. In Fig. 4 the positions are shown from which the fish to be transplanted are taken, the transport routes, and the number of fish transplanted in the different localities of the Belt Sea. This schematic survey illustrates the arrangements in force in these three years.

Fig. 5.
Growth of marked plaice in the Belt Sea. Transplantation Experiment of 1928. The upper curve gives the growth by length and by weight of the transplanted North Sea plaice, the lower curve illustrates the growth of the local Belt Sea fish. Notice the more oblong shape and the protruding snout of the North Sea plaice. In the figure on the left the shape of the North Sea fish is indicated by dotted lines.

As mentioned by the author **(1932)**, these experimental transplantations have been successful, the marking experiments having brought to light the following facts:

1. The percentage recaptures of the transplanted North Sea fish show that at least one third of all the plaice transplanted is recaptured by the fishermen. From the monthly recaptures of marked fish the value of the North Sea fish recaptured by the fishermen can be calculated month by month, the calculations being made according to the current marketprice of fish of the sizes in question. Fig. 5 shows a calculation relating to the transplanted fish of the year 1931. It will be seen that the total value of the fish recaptured amounts to 120,000 Kr., while the actual cost of the transplantation may be put at about 40,000 Kr.

2. It is a well-known fact that the North Sea plaice are racially distinct from the plaice of the Belt Sea; among other things the numbers of fin rays in the dorsal and anal fins are different. The shape, too, is different, the North Sea fish being more slender and having a comparatively larger head than the Belt Sea fish, so that the fishermen are generally able to sort the transplanted fish of their captures, and based upon this they all admit having benefitted by the transplantation. Finally the North Sea fish are older than the Belt Sea fish of corresponding size, the former being already 3 to 5 years old at transplantation, while the Belt Sea fish of the same size are only 2-years old. Accordingly race and age analyses of a great number of catches made by the Belt Sea fishermen have enabled us to ascertain that an amazing percentage of the catches consists of transplanted North Sea fish. Thus in September—November 1931 33 % of the weight of the catches was found to be North Sea fish. In January—March 1932 18 % were still transplanted plaice. In August—October 1932 the transplanted fish made up 37 % of the catches, and in January 1933 31 % of the catches was still transplanted plaice. If for the whole year we reckon an average of 25 % of the total catch in the Belt Sea to be transplanted plaice (see H. B l e g v a d **(1932)**, p. 92—93), the profits of the Danish fishermen attributable to the transplantations have been about 150,000 Kr.

3. The marking experiments have shown that on the whole the plaice *remain near the localities where they have been liberated.* The marked plaice recaptured in the northern Kattegat on their way towards the North Sea form an insignificant percentage only, and as a rule these fish were mature or nearly mature. The bulk of the transplanted plaice do not become mature until they have stayed in the Belt Sea for nearly 2 years.

4. The growth of the transplanted plaice is very rapid, 10—12 cm. during the first growth-period, which is nearly twice the growth of the local Belt Sea fish (see H. B l e g v a d, l. c., p. 91). Possibly the reason for this is that the North Sea race has a greater potential growth-energy than the Baltic race. The success of the transplantations is first and foremost determined by this rapid growth and the resulting increase in weight and value; these points are illustrated by Fig. 6.

5. It appears from the marking experiments that only very few indeed of the transplanted fish (1 to 2 %) are caught by foreign fishermen, mainly Swedish and German, so that practically the whole profit of the transplantations falls to the Danish fishermen.

In 1933 the government grants for *experimental* transplantations of plaice from the North Sea to the Belt Sea come to an end, but it is evident from the above that the experiments have been successful, and so we may hope for a continuation of the transplantations, and that they may become a constant institution, like the transplantations in the Limfjord.

An important factor in the transplantations is that the fishermen are quick to recognise the advantage of them; when a fisherman from

the Belt Sea can see that one third of his catch consists of transplanted fish he understands that he cannot do without the transplantations, and so is willing to look favourably on regulations framed to give *protection* to the plaice stock in the transplantation areas, so long, of course, as the Government is willing to continue the transplantations.

Fig. 6.

Schematic presentation of the output of the Transplantation Experiment from the North Sea to the Belt Sea in the year 1931, calculated on the basis of the results of the marking experiments. On the left the total amount of small fish liberated, and the total cost of the experiment, are given in two columns. In the middle the weight and the value of the recaught plaice are calculated for each month after liberation, considering the percentages of recapture of the transplanted and marked fish. On the right hand the total weight and value of plaice recaught from this Experiment are represented.

It has already been mentioned that the protection of the transplanted plaice in the Limfjord, which is effected by an increase of the minimum size-limit and the prohibition of seine fishing, has been of great importance to the yield from the transplantations in this locality. No doubt such a protection will also considerably increase the value of the transplantations to the Belt Sea, for the only disadvantage of the transplantations is that too large a percentage (often up to 20 %) of the plaice marked is recaptured within one month after liberation. The majority of the fish that are transplanted but not marked are returned to the sea again when caught so soon after liberation because they are still below the minimum size (25.7 cm.), but in spite of this some of them will perish. It is therefore an encouraging fact that the meeting in 1932 of Dansk Fiskeriforening (Danish Fishermen's Association) agreed on the introduction of some form of protection

for the plaice in the transplantation areas of the Belt Sea. The protective measure is to last for 2 months, and it should be remembered that the protection will also be of great advantage to the local stock of Belt Sea plaice.

Conclusion.

The chief results of the experience gathered in connection with transplantations of fish are recapitulated below.

1. The *transport* of the plaice destined for transplantation is of vital importance to the well-being of the fish. It should be carried out during the cold season; the months of March and April seem to be those best suited for the purpose, as the plaice are then beginning a new growth-period. If the transport is effected in well-boats, it should not be carried out in stormy weather; if it takes place overland, the plaice must be kept in well-boxes for some time before transport, so that they can rid themselves of their stomach contents.

2. The transplantations will turn out to be most profitable when they are carried out at places where **conditions of nourishment** have proved to be good, and where the original plaice population is sparse — either on account of the natural conditions or because of overfishing.

3. The size of the plaice best suited for transplantation is presumably 17—24 cm. The age of the plaice, on the other hand, is of secondary importance. The North Sea race seems to be specially fitted for transplantation on account of its rapid growth in good conditions of nourishment.

Localities that fulfil the conditions mentioned in the second paragraph are, for example, the Dogger Bank, several fjords in Norway and Sweden, and the western Baltic.

Several years ago proposals had already been made for the transplantation of plaice to the **Dogger Bank** on a large scale, but it was not until the year 1930 that the International Council for the Exploration of the Sea appointed a "Sub-Committee on Transplantation of Plaice". At a meeting in Lowestoft on Nov. 3rd, 1930, at which a representative of the British Trawlers' Federation was also present, this Sub-Committee recommended that "a large-scale transplantation experiment, comprising one million plaice from the Horns Reef Area transferred to the Dogger Bank, should be undertaken as soon as possible". The costs were put at £ 3,000, the probable profit of the operation at £ 3,400—£ 6,000 (Rapports et Procès-Verbaux, Vol LXXIV, 1931, p. 109).

Although it was emphasized on several sides that the transplantation should be carried out as early as April of the following year the matter was referred to international consideration; at the sitting of the "Southern North Sea Committee" of the International Council on March 26th, 1931, Mr. D a v i s, England, is reported as saying "that

the English Department was continuing to explore the possibilities of plaice transplantation to the Dogger Bank, especially with a view to engaging the support of the industry. He expressed the hope that all concerned will keep in mind the possibility of a large-scale experiment in 1932. It was made clear that it could not be arranged for 1931." Prof. Mielck (Germany) and Dr. Tesch (Holland) stated "that similar efforts were being made in their countries." (l. c., p. 58). Nevertheless this important matter is still unsettled.

Thus the international collaboration with regard to large-scale transplantations in the North Sea seems to have come to a temporary stop, but at present there is a possibility that a co-operative effort may be made between Denmark on the one hand, with her experience derived from the extensive transplantations to the Limfjord and the Belt Sea, and Norway, Sweden, and possibly Germany on the other. At the Meeting of the International Council at Copenhagen in June 1932 proposals brought forward by the author in the "Transition Area Committee" for such a collaboration elicited great interest. (Rapports et Procès-Verbaux, Vol. LXXXI, 1932, p. 56). At the meeting of the International Council at Paris in May 1933 the author was able to state that "Selskabet for de norske Fiskeriers Fremme" (Association for the Promotion of the Norwegian Fisheries) had communicated with him for the purpose of arranging to collaborate in the transplantation of plaice to the Oslo fjord; this transplantation has now been planned to take place in the spring of 1934. Furthermore, the outline of the scheme was laid before the meeting, and it was resolved that later on a meeting should be held by representatives from Norway, Sweden and Denmark at Copenhagen in order to discuss the matter in more detail. The German members of the Committee exhibited great interest in the matter and expressed a desire to attend in person the Danish transplantations during the year to come, before further action was taken.

So we see that in the years to come large-scale transplantations will undoubtedly be carried out by other countries besides Denmark. The extremely efficient fishing gear of the present time and the consequent overfishing of the stock of plaice have rendered many localities fit for profitable transplantations. In 1932 Aage J. C. Jensen calculated that the removal for transplantation of one million fish from the Horns Reef area in the spring of 1932 diminished the population of the place by only 1 %. Thus there is sufficient material for the transplantations, even if they come to be undertaken on a still more extensive scale.

Literature.

Blegvad, H. **(1925)** "Continued Studies on the Quantity of Fish-Food in the Sea-Bottom". Report Danish Biological Station. XXXI, 1925.

Blegvad, H. **(1928)** "Quantitative Investigations of Bottom Invertebrates in the Limfjord 1910—1927 with Special Reference to the Plaice-Food". Report Danish Biological Station. XXXIV, 1928.

Blegvad, H. **(1932)** "Preliminary Report on the Danish Experimental Transplantations of Plaice from the North Sea to the Belt Sea during the Years 1928—31". Report Danish Biological Station XXXVII, 1932.

Borley, J. O. **(1912)** "Report on the Experimental Transplantation of Plaice to the Dogger Bank, etc.". Mar. Biol. Ass. United Kingdom. Intern. Fishery Inv. Fourth Rep. (Southern Area) on Fishery and Hydrogr. Invest. etc. 1909.

Borley, J. O. **(1916)** "An Analysis and Review of the English Plaice Marking Experiments in the North Sea". Board of Agriculture and Fisheries. Fishery Investigations, Series II, Vol. III, No. 3, 1916.

Borley, J. O. and Collaborators **(1923)** "The Plaice Fishery and the War". Ministry of Agriculture and Fisheries. Fishery Investigations. Ser. II, Vol. V, No. 3, 1923.

Carruthers, J. N. **(1924)** "Report on the English Post-War Plaice Marking and Transplantation Experiments". Min. of Agric. and Fisheries. Fishery Investigations. Series II, Vol. VI, No. 5, 1923.

Fischer, E. **(1930)** "Bericht über die Arbeiten der D. W. K. in der Abteilung im Deutschen Seefischerei-Verein, 1926—1929". Berichte der Deutschen Wiss. Komm. f. Meeresforschung. N. F. Bd. V, Heft 4, p. 133, 1930.

Fogh, S. Weis, **(1924)** "Omplantningsforsøg med Rødspætter". Dansk Fiskeritidende No. 30, 23/7, 1924.

Fogh, S. Weis, **(1926)** "Omplantning af Rødspætter fra Nordsøen til Kattegat". Dansk Fiskeritidende, No. 7, 17/4, 1926.

Garstang, W. **(1922)** "Experiments in the Transplantation of small Plaice to the Dogger Bank". Mar. Biol. Ass. Un. Kingd. Intern. Fishery Inv. First Rep. on Fishery and Hydrogr. Invest. etc. (Southern Area) 1902—1903.

Henking, H. **(1922)** "Verpflanzung von Nordseeschollen in die westliche Ostsee". Mitt. d. Deutschen Seefischerei-Vereins Bd. 38, 1922, p. 163; see also p. 144 and p. 258.

Henking, H. **(1925)** "Verpflanzung von Nordseeschollen in die westliche Ostsee". Mitt. d. Deutschen Seefischerei-Vereins. Bd. 41. 1925, p. 114.

Johansen, A. C. **(1906)** "Ueber die Schollenfischerei im Kattegat und die Mittel, sie zu heben". Rapp. et Procès-Verb. Vol. V. 1906.

Johansen, A. C. **(1907)** "Contributions to the Biology of the Plaice II". Medd. fra Komm. f. Havundersøgelser, Bd. II, Nr. 5. 1907.

Johansen, A. C. **(1912)** "Om Rødspætter og Rødspættefiskeriet i Bæltfarvandet". Skrifter udg. af Komm. f. Havundersøgelser Nr. 7. 1912.

Johansen, A. C. **(1928, I)** The Extent of the Annual Transplantations of Plaice in the Limfjord and the Yield resulting therefrom". Report Danish Biol. Station, XXXIV, 1928.

Johansen, A. C. **(1928, II)** "Experiments in Transplanting young Plaice from the North Sea and the Limfjord to the Belt Sea and adjacent Waters in the Spring of 1928". Journ. du Cons. Vol. III, No. 3, Dec. 1928.

Petersen, C. G. Joh. **(1893)** "On the Biology of our Flat-fishes and on the decrease of our Flat-fish Fisheries". Rep. Dan. Biol. Stat., IV, 1893—94.

Petersen, C. G. Joh. **(1895)** "The Yearly Immigration of young Plaice into the Limfjord etc.". Report Danish Biological Station VI. 1895—96.

Petersen, C. G. Joh. **(1909, I)** "The Yield of the Limfjord Fisheries in recent years and the transplantation of Plaice in 1908". Report Dan. Biol. Station. XVIII, 1909.

Petersen, C. G. Joh. **(1909, II)** "Biological Investigations on the stock of Plaice in the Limfjord". Report Dan. Biol. Station. XVIII. 1909.

Petersen, C. G. Joh. **(1922)** "On the Stock of Plaice and the Plaice Fisheries in different Waters". Report Dan. Biol. Station. XXIX, 1922.

Strodtmann, S. **(1926)** "Die Fischereiuntersuchungen". Berichte d. Deutschen Wiss. Komm. f. Meeresforschung. N. F. Bd. II, Heft 4, p. 107, 1926.

Trybom, F. **(1901—1904)** "Märkning af rödspättor vid Sveriges vestkust 1902 och 1903". Svenska Hydrogr.-Biol. Komm. Skrifter, H. 2. 1901—1904.

Phosphat, Nitrat und Planktongehalt im Arkonabecken.

Ein Beitrag zur Produktionsbiologie der Ostsee.

Von

Fritz Gessner,

Biologische Forschungsstation, Hiddensee.

SEITDEM durch die Untersuchungen von Atkins, Harvey (1, 6) und deren Mitarbeiter die Bedeutung der Nitrate und Phosphate für die produktionsbiologischen Verhältnisse des Meeres erkannt worden war, seitdem diese Erkenntnis durch die deutschen Meteorexpeditionen in grösstem Masstab für die Vorgänge der freien Ozeane nachgeprüft worden und bestätigt worden ist, sind Bestimmungen von Nitraten und Phosphaten immer mehr in Anwendung gekommen. Es musste ja nun Aufgabe marin-hydrographischer Forschungsarbeit werden, die als allgemein erkannten Gesetzmässigkeiten in ihren unzähligen Abwandlungen und Variationen kennen zu lernen, in denen sie in der Natur verwirklicht sind.

Das Hauptinteresse weiterer Arbeit wird sich hierbei vornehmlich denjenigen Meeresteilen zuwenden, die vom Lande irgendwie beinflusst sind, einerseits deswegen, weil sich hier die grösste Mannigfaltigkeit offenbart, andrerseits deshalb, weil die produktionsbiologischen Vorgänge der freien, küstenfernen Hochsee heute wohl in den grössten Zügen als geklärt angesehen werden dürfen. Ganz besonders grosse Erwartungen wird man vom Studium von Binnenmeeren, "Mittelmeeren" hegen dürfen, teils deshalb, weil hier durch den mehr oder minder grossen Abschluss von dem freien Weltmeer auch produktionsbiologische Eigenarten auftreten werden, teils darum, weil man sich dabei den Verhältnissen der echten Binnengewässer nähert, in denen die Rolle der Minimumfaktoren noch grösstenteils ungeklärt ist. Wenn das betreffende Mittelmeer auch noch hinsichtlich des Salzgehaltes eine Zwischenstellung zwischen Weltmeer und Binnengewässer darstellt, wie dies in der Ostsee der Fall ist, so ist damit die Wichtigkeit produktionsbiologischer Erforschung gerade solcher Meere zur Genüge erwiesen.

Aus diesen Gründen sind denn auch seit dem Jahre 1928 von dem Finnländischen Institut für Meereskunde Phosphat, Nitrat und Ammoniakbestimmungen in das Programm der Terminfahrten aufgenommen worden. In der östlichen Ostsee, namentlich im Bottnischen und Finnischen Meerbusen wurden an über 80 Stationen in zwei oder drei Tiefen Analysen dieser Minimumstoffe ausgeführt, deren Resultate von Granquist, Jurwa und Stenij (4, 5, 7, 11) zunächst rein tabellarisch und ohne Kommentar publiziert wurden. Die Verarbeitung des Materials erfolgte vor kurzem durch K. Buch (2), welcher zu folgenden wichtigen Hauptergebnissen gelangte: In erster Linie konnten die Gründe dafür aufgezeigt werden, weshalb die Produktionshöhe im Finnischen und Bottnischen Meerbusen eine so verschiedene ist. Schon bei den Planktonuntersuchungen Levanders (9) war es aufgefallen, dass die Bottnische Bucht eine grosse Sterilität aufweist, während die Finnischen Gewässer durchaus eutrophen Charakter tragen. Knapp nach der Eisschmelze sind hier starke Diatomeenwucherungen die Regel, an die sich dann eine ungemein üppige Blaualgenvegetation anschliesst.

Als Erklärung für dieses ungleiche Verhalten dient die Tatsache, dass auch die Nitrat- und Phosphatmengen sehr ungleich verteilt sind. Während der Phosphat- und Nitratgehalt in Finnischen Meerbusen knapp unterhalb der Sprungschichte rapide ansteigt, erfolgt dieser Anstieg im Bottnischen Meerbusen viel langsamer, so dass sich grössere Nährstoffmengen erst in Tiefen finden, die von der Konvektionsströmung nicht mehr erfasst werden. Dies gilt aber nur für die Nitrate, denn die Phosphate erfahren in der Bottenwiek und in der Bottensee auch in der Tiefe kaum einen Anstieg. Die Tiefenwerte zeigen dort die ungewöhnlich geringe Menge von 6—7 mg. P. Als Ursachen für das verschiedene Verhalten macht Buch die für die ganze Ostsee charakteristische entgegengesetzte Wasserströmung geltend. Die salzarmen, organismenreichen und nährstoffreien Oberflächenschichten befinden sich in steter langsamer Bewegung nach dem Ausgang der Ostsee hin und erzeugen als Gegenstrom ein Einfliessen von salzreichem, nährstoffhaltigem Tiefenwasser. Die Nährstoffe des Finnischen Meerbusens z.B. werden von den Organismen aufgenommen und wandern in diesen westwärts. Beim Absterben der Lebewesen gelangen sie in die Tiefe und wandern so wieder zurück in die Finnische Bucht, wo sie durch Konvektion wieder an die Oberfläche getragen werden. Von dieser Zirkulation ist nun der Bottnische Meerbusen weitgehend ausgeschlossen, da er durch sehr seichte Schwellen vom südlichen Teil der Ostsee getrennt ist. Durch das Schärenmeer wird zwar ständig planktonhaltiges Oberflächenwasser in das Zentralbecken der Ostsee abfliessen, doch es wird kein Gegenstrom nährstoffreichen Tiefenwassers den Ausgleich wiederherstellen. Es war nun recht naheliegend, zum Vergleich mit dem Bottnischen Busen die Ostsee in ihrer Gesamtheit heranzuziehen, denn ganz ähnlich, wie sich der Bottnische Busen zur Ostsee verhält, verhält sich die ganze Ostsee zum freien Ozean: "Eine

Frage, die sich noch aufdrängt, ist, welchen eventuellen Einfluss die Verbindung der Ostseegewässer mit dem Ozean auf die Nährstoffmengen hat, ob m.a.W. ein Fort- bezw. Eintransport von Nährstoffen durch die Dänischen Gewässer stattfindet. Da die letzteren analog dem Schärenmeer auch eine Schwellenwirkung ausüben müssen, also nur Wasser von oberen durchschnittlich planktonärmeren Schichten durch dieselben hineingelassen werden können, so dürfen wir schliessen, dass der Beitrag der Nordsee an Nährstoffen nur gering sein wird; und wir finden, dass die Ostsee zum grössten Teil auf ihren eigenen Kreislauf und von dem, was das Festland bietet, angewiesen ist. Demzufolge dürfen wir erwarten, dass die den Dänischen Gewässern näher liegenden Gebiete, also die südliche Ostsee, in der Tiefe nährstoffärmer als die nördlicheren sind. Es liegen leider keine Untersuchungen dieser Meeresgebiete vor, die hierüber direkten Aufschluss geben könnten."

Wenn auch die vorliegenden Untersuchungen schon vor dieser Veröffentlichung B u c h s zum grössten Teil fertiggestellt waren, so erlauben die Ausführungen dieses Verfassers jedoch erst, die im Arkonabecken gemachten Erfahrungen richtig auszuwerten. Es ergibt sich daraus aber auch die Wichtigkeit, gerade das Arkonabecken produktionsbiologisch zu untersuchen, denn da dieses das erste grössere und tiefere Becken der Ostsee ist, befindet sich dessen Erforscher hier gewissermassen auf einem Grenzposten, der ihm ermöglicht, die Einfuhr und Ausfuhr an Nährstoffen der ganzen Ostsee zu kontrollieren, mit anderen Worten also festzustellen, wieweit die Ostsee ein abgeschlossenes System ist und wieweit sie in Abhängigkeit von dem Weltmeer steht.

Aus ähnlichen Erwägungen heraus habe ich im vergangenen Jahr die produktionsbiologische Erforschung des Arkonabeckens in Angriff genommen. Dem Beispiel der deutschen atlantischen Meteorexpedition folgend, habe ich daran festgehalten, dass der richtige Einblick in die gegenseitige Abhängigkeit von Nährstoffgehalt und Plankton nur dann zu gewinnen ist, wenn beide von diesen quantitativ untersucht werden. Auch haben sich die Untersuchungen nach drei Dimensionen zu erstrecken; erstens in vertikaler Richtung (Tiefenschichtung), zweitens in horizontaler und drittens in zeitlicher Richtung, (die jahreszeitliche Schwankung). Naturgemäss mussten alle die drei Punkte fragmentarisch bleiben, doch ist diese Arbeit ja auch erst als ein Anfang gedacht, dem hoffentlich bald weitere Fortsetzungen folgen werden.

Die vertikale Schichtung wurde an einer Station, die auf der Skizze (Abb. 1) mit "A" bezeichnet ist, zweimal untersucht, u. zw. Ende Juni und Mitte August 1932. Es war mir wichtig, dass diese Untersuchungen gerade im Sommer ausgeführt wurden, da dann das Stadium der maximalen Schichtung erfasst werden konnte. Der Punkt A (Abb. 1) wurde mit dem Motorsegelboot der Biologischen Forschungsstation Hiddensee erreicht. Da seine Tiefe nur etwa 40 m. betrug, war also noch nicht die Maximaltiefe des Arkonabeckens erreicht, die

Abbildung 1.
Die Untersuchungsstationen
im Arkonabecken.

bei etwa 50 m. liegt. Ein weiteres Vordringen mit dem Segelboot war aber nicht möglich, jedoch dürfte bei 50 m. keine erheblich grössere Nährstoffanreicherung vorhanden sein als bei 40 m.

Zur Ermittlung der horizontalen Verteilung von Nährstoff und Plankton wurde die *Schwedenfähre Sassnitz-Trälleborg* benützt. Genau nach der Uhr wurde von hier alle halben Stunden, in Landnähe alle Viertelstunden eine Oberflächenprobe geschöpft und innerhalb von 12 bis 24 Stunden in der Biologischen Station Hiddensee verarbeitet. Dadurch, dass die Überfahrten zu verschiedenen Jahreszeiten (August, Dezember, Februar) ausgeführt wurden, konnte auch der Jahreszyclus (zumindest in seiner ersten Phase: Regeneration der Nährstoffe im Winter) studiert werden. Da das Trajekt eine konstante Fahrtgeschwindigkeit hat, können die einzelnen Punkte, die auf der Skizze (Abb. 1) mit 1—11 bezeichnet sind, ohne weiteres mit einander verglichen werden. Zur Bestimmung der Phosphate diente das heute allgemein angewendete Verfahren von Denigès-Atkins, die Nitrate wurden mit Harveys Strychninsulfat ermittelt, welches von der Firma Riedel u. Haën fertig bezogen wurde. Das Plankton wurde mit einem grossen Hensenschen Zählmikroskop durchgezählt und zwar nach Zentrifugierung von durchschnittlich 40 ccm. Wasser. Der "Richtung Lohmann" folgend, wurde nur das Nannoplankton quantitativ erfasst. Bei der letzten Ostseeüberquerung im Februar 1933

wurde noch die Bestimmung der Silikate in das Programm aufgenommen. Hierzu diente die bekannte Methode mittels Farbvergleich mit einer Pikrinsäurelösung. Die von K a l l e (8) für die Phosphatbestimmungen hervorgehobenen Fehlerquellen (Zehrung, Autolyse) dürfen hier ausgeschaltet werden, da Parallelversuche mit chloroformierten Proben keine Abweichungen zeigten, welche die durchschnittliche Fehlergrenze überschritten. (Nebenbei mag hier erwähnt werden, dass auch durch das Chloroformieren der Proben eine neue Fehlerquelle gegeben ist, da mit dem Chloroform selbst unter Umständen Phosphatspuren in die Proben gelangen können.)

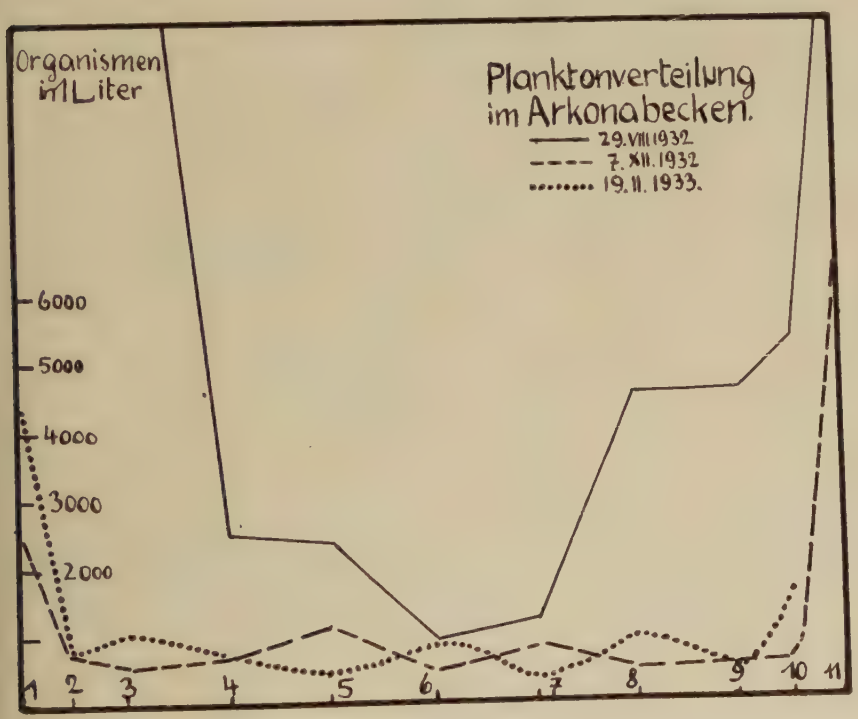


Abbildung 2.

Die Tiefenschichtung.

Das auffälligste Merkmal für die aussergewöhnlichen hydrographischen Verhältnisse ist die starke Schichtung des Salzgehaltes. Während im offenen Ozean selbst bis in die grössten Tiefen hinunter nur Unterschiede von wenigen Zehntel $^0/_{00}$ die Regel sind, haben wir hier schon in ganz geringen Tiefen von 20—30 m. einen Anstieg von mehreren $^0/_{00}$. Diese allgemein bekannte Erscheinung der Ostsee hat

ihren Ursprung in dem entgegengesetzten Verlauf der Oberflächen- und Tiefenströme, auf die wir bereits hingewiesen haben. Die starke Salzschichtung bedingt während der Sommermonate im Verein mit der Temperaturzunahme in der Tiefe derart ungewöhnliche Dichtedifferenzen, dass wir hier die Ursache für vielerlei Erscheinungen zu suchen haben, welche mit dem Auftreten bzw. Ausbleiben von Vertikalströmen zusammenhängen. Bekanntlich ist die erhöhte Dichteschichtung

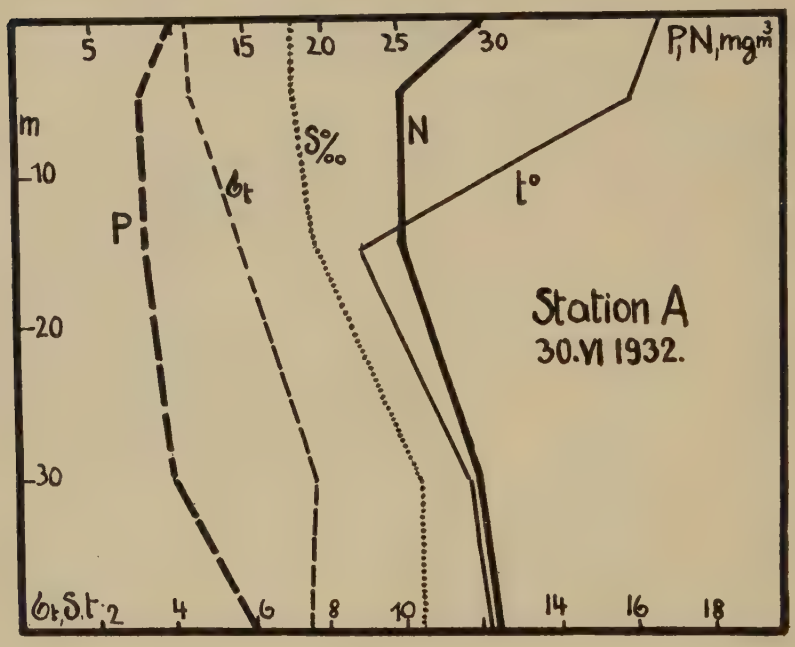


Abbildung 3.

der Tropenmeere — die dort allein temperaturbedingt ist — die Ursache für die Planktonarmut dieser Wasserzonen. Es wird interessant sein zu untersuchen, ob die salzbedingte Dichtedifferenz in der Ostsee, insbesondere im Arkonabecken vielleicht zu den selben oder ähnlichen Erscheinungen führt. Das erste Tiefenprofil stammt vom 30. Juni 1932 (Abb. 2). Die Temperatur zeigt zu jener Zeit eine *dichotherme Schichtung*, wie sie in der Ostsee nicht selten ist. Die Erklärung ihres Zustandekommens bietet keinerlei Schwierigkeiten. Anders dagegen die vertikale Verteilung der Minimumstoffe. Der Nitratgehalt überwiegt bei weitem. Recht auffällig ist der Abfall sowohl der Nitrate als auch der Phosphate in den obersten 5 m.; eine Erklärung dafür bietet wahrscheinlich die Planktonschichtung (Abb. 5).

Den Hauptbestandteil des Planktons bildeten Kieselalgen und Grünalgen, welche die obersten Wasserschichten meiden. In der Tat ergab auch die Auszählung der Wasserproben einen enormen Anstieg von 0 bis 5 m. Wir können wohl annehmen, dass die Zellen der allerobersten Wasserschichten in dem zu intensiven Licht absterben und dem Wasser ihre Nährstoffe wiedergeben.

Die relativ grossen Mengen von Nitraten und Phosphaten, welche im Juni noch in den oberflächlichen Wasserschichten zu finden sind, deuten darauf hin, dass zu mindest Nitrat zu jener Zeit noch nicht

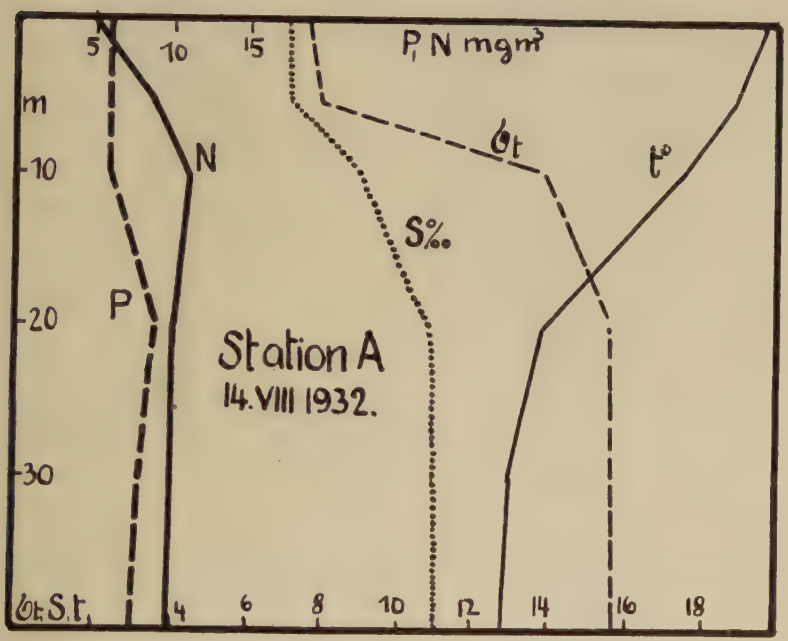


Abbildung 4.

als Minimumfaktor wirkt. Trotzdem muss es auffallen, das die Tiefenschichten unterhalb der Sprungschicht, welche, wie das Diagramm zeigt, kaum mehr nennenswerte Planktonmengen enthalten, nur einen ganz unbedeutenden Anstieg von Phosphat und Nitrat erkennen lassen. Wir sehen hier also bereits eine ganz unzweideutige Bestätigung der Annahme B u c h s, dass nämlich die tieferen Zonen der südlichen und westlichen Ostsee recht arm an Nährstoffen sein müssten. Mit fortschreitender Jahreszeit nehmen P und N dann wirklich die Rolle der Minimumstoffe an, wie das zweite Profil vom 14. August zeigt (Abb. 4). *Hier kann sich sogar der Fall ereignen, der im Meere recht*

selten ist, dass nämlich die Phosphatmengen die der Nitrate übertreffen. Die Zunahme mit der Tiefe ist auch hier wieder gering. Wenn wir diese Verhältnisse mit denen von Station E_1 bei Plymouth vergleichen, finden wir zwar keinen grossen Unterschied, doch müssen wir berücksichtigen, dass die Oberflächenschicht im Arkonabecken durch ihren geringen Salzgehalt ungleich viel mehr von dem Einfluss des Tiefenwassers abgeschnitten ist, als die Wasseroberfläche des Ärmelkanals.

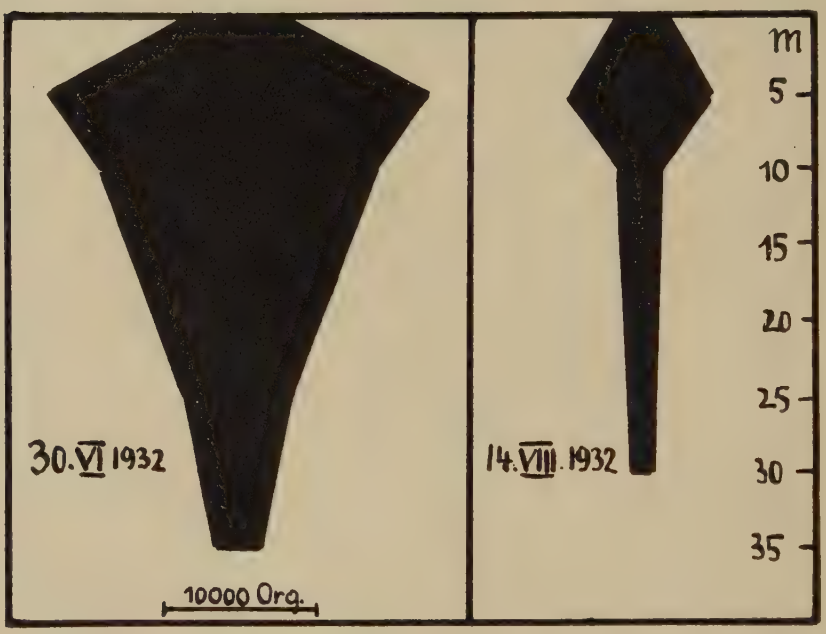


Abbildung 5.
Planktonschichtung an Station A.

Die Planktonverteilung zeigt wiederum seine grösste Dichte in 5 m. Tiefe. Den Hauptanteil an der Schwebeflora hat im August *Chaetoceras danicum.* Unter 5 m. fällt die Besiedlungsdichte plötzlich sehr stark herab, was aber wohl nicht allein durch die abnehmende Lichtmenge verursacht wird, sondern vielmehr durch den ansteigenden Salzgehalt, gegen den diese Kieselalge recht empfindlich ist. Die Sichttiefe ist mit 13 m. für ein Meer gemässigter Breiten auffallend gross und deutet schon auf die Planktonarmut hin, welche noch besprochen werden soll.

* *
*

Die horizontale Verteilung.

Die Verarbeitung der auf der ersten Trajektfahrt entnommenen Proben liefert den Beweis, dass das Arkonabecken tatsächlich, wenigstens in nordsüdlicher Richtung durchaus ein gleichförmiges Gewässer ist (vergl. Tab. I.). Der P- und N-Gehalt schwankt nur um 2—3 mg./cbm. Beim Vergleich der beiden Stoffe können wir nun mit Sicherheit sagen, dass um diese Zeit das Nitrat tatsächlich produktionsbegrenzend ist. Damit steht gut im Einklang, dass die Menge an Phosphorsäure relativ hohe Werte erreicht. Wenn wir zum Vergleich wiederum die Untersuchungen aus Plymouth heranziehen, bemerken wir, dass dort die Menge an P_2O_5 nur 2—3 mg. beträgt, während sie im Arkonabecken ca. 14 mg./cbm. P_2O_5 erreicht.

Wenn wir nun den Gehalt an Plankton an den einzelnen Stationen vergleichen (Tab. I a), so sehen wir zunächst, dass sich die beiderseitigen Küstenstreifen durch eine grosse Individuenzahl auszeichnen. Dies ist nichts Besonderes. Stets zeigen die Litoralregionen eine grössere Anzahl von Schwebeorganismen, weil teils durch Auftriebwässer, teils durch Zuflüsse vom Lande her eine starke Eutrophierung erfolgt. Ganz anders jedoch steht es mit der freien, von der Küste unbeeinflussten Ostsee. Die Zahlen des Gesamtplanktons, die hier zwischen 800 und ca. 5000 Individuen pro 1 l. liegen, lassen sich nur mit den Produktionsmengen tropischer Meere vergleichen. Selbst dann, wenn man berücksichtigt, dass die tieferen Wasserschichten der Ostsee die 3—4 fache Organismenmenge produzieren als die Oberfläche (welche allein auf den Trajektfahrten erfassbar war), selbst dann sind die Produktionszahlen immer noch der Ausdruck *allergrösster Planktonarmut*, da die durchschnittliche Organismenmenge in Meeren gemässigter Zonen im Mittel auf etwa 50000—100000 pro 1 l. geschätzt werden kann. (Vgl. A. W u l f f 13). *So wie der Bottnische Busen ist also auch das Arkonabecken, wenigsten während des Sommers eine sehr produktionsarme Zone der Ostsee.* Die Gründe liegen dort wie hier darin, dass nur nährstoffarmes Wasser über die Schwelle in die Tiefenregionen einströmen können. Im Arkonabecken kommt noch als besonderer Umstand das starke Dichtegefälle hinzu, welches die Oberflächenschichten weitgehend von den Tiefenzonen isoliert.

Die jahreszeitliche Schwankung.

Es stand von vornherein zu erwarten, dass die grossen Unterschiede im Salzgehalt der oberflächlichen und der Bodenschichten noch eine Reihe von anderen Abweichungen vom normalen Verlauf der Vorgänge mitsichbringt. Von ganz besonderer Bedeutung musste ihr Einfluss auf den Ablauf und den Zeitpunkt des Eintrittes der Vertikalzirkulation im Herbst sein. In der Regel setzt diese im Monat Oktober ein und ist zu Anfang November vollendet. Im Laufe des Novembers erreicht meist auch der Nährstoffgehalt der Oberfläche sein Maximum und bleibt dann bis gegen April auf mehr oder weniger konstanter Höhe. Die Phosphatmenge schwankte bei Plymouth etwa

Tabelle I.

Ostseeüberquerung 28—29. VIII. 1932.

(23h—3h).

Station	C°	S°/₀₀	P	N
1	16.6	6.897	10	4
2		nicht untersucht		
3	17.0	6.897	7	4
4	17.6	7.023	7	6
5	17.9	7.086	6	6
6	18.1	7.149	6	4
7	18.3	7.338	6	4
8	18.6	7.086	6	3
9	19.0	7.086	4	3
10	18.8	7.086	7	3
11	19.0	7.023	7	4

Tabelle I a.

1. Ostseeüberquerung. (Trälleborg Sassnitz) 28—29. VIII. 1932.

Planktonverteilung.

Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nitzschia closterium	80000									
Diatomeen	20000		73000	700	150	125	25	75	150	850
Coscinodiscus granii				100		25	25			25
Chaetoceras danicum ...					100	200	200	700	575	75
Melosira spec.								870		
Heterocapsa triquetra .	660000		400							
Ceratium tripos						25	25	25		
Dinophysis baltica						50	50	75	225	200
Peridineen			200	400		125	75	500	75	25
Oocystis pelagica						25		50	50	50
Microcystis spec.					100					
Merismopedia spec.						25				
Gymnodinium									850	525
Scenedesmus quadricauda									25	
Eutreptio viridis										
Protozoen	40000		600		150	200		25		
Tintinnopsis campanula									75	25
Leprotintinnus bottnicus .										
Synchaeta spec.										
Bosmina corregoni				100						
Chlorophyceen-Zellen ...			2000	900	1700	75	750	2250	2500	3500
Nauplius				200	100					
Summe in 1 l.	800000		76200	2400	2300	875	1150	4520	4525	5275

zwischen 30 und 40 mg. P_2O_5, die Nitratmenge zwischen 70 und 100 mg. N.

Zum Studium der Vorgänge während des Winters wurde zu Anfang Dezember eine zweite Ostseeüberquerung unternommen. Es konnten rein hypothetisch zwei Möglichkeiten erwartet werden. Da auch im Winter zwischen den Oberflächenschichten und dem Bodenwasser ein Dichteanstieg von 7—12 σ_t [$\sigma_t = (s-1)\,1000$] die Regel ist, kann natürlich von einer Totalzirkulation nicht die Rede sein. Das Zunehmen der Nährstoffmenge an der Oberfläche müsste also entweder bedeutend verschoben sein oder überhaupt ausbleiben.

Tabelle II.

Ostseeüberquerung 6—7. XII. 1932.

(23h—3h).

Station	C°	S‰	P	N
1	6.6	8.031	12	21
2	6.7	7.752	5	10
3	6.8	7.652	9	9
4	6.6	7.752	7	9
5	6.7	7.752	6	9
6	6.8	7.560	5	9
7	6.3	7.560	6	10
8	6.0	7.716	6	10
9	5.9	7.401	4	9
10	6.0	7.527	7	9
11	4.5	7.527	7	12

Tabelle II a.

2. Ostseeüberquerung. 6—7. XII. 1932. (Planktonverteilung).

Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Diatomeen	1200		50	125	100	75	150			225	6250
Sceletonema costatum ..	200										
Chaetoceras danicum ..		50	175	75	50	125	100		25	25	
Coscinodiscus granii ..	100	250	50	150	100	125	175	100	175	100	100
Melosira nummulata ..				25		50		25	25	75	
Navicula					500						
Campylodiscus										25	
Coelosphaerium pusillum		300	250	175	175	50	250	225	225	75	100
Anabaena spec.						25					
Distephanus speculum ..				25							
Ebria tripartita				25							
Oocystis pelagica				25	25			25			
Chlorophyceen					100						
Tintinnopsis beroidea .. }	800										
„ tubulosa .. }											
Anuraea aculeata	100										
„ cochlearis									25		
Ceratium tripos				25							
Summe in 1 l.	2400	600	525	625	1075	450	775	375	475	525	6450

Die Tabelle II zeigt, dass die erste Annahme durchaus zutreffend war. Die Phosphate haben im Dezember überhaupt noch keine Zunahme erfahren. Die Mengen schwanken quer durch die ganze Ostsee um einen Mittelwert von 6 mg./cbm. P. Der Anstieg der Nitratmenge auf etwa 10 mg. ist ganz geringfügig.

Tabelle III.
Ostseeüberquerung 19. II. 1933.
(15h—19h).

Station	C°	S°/₀₀	P	N	Si
1	0	7.464	22	120	930
2	1.2	7.212	16	50	930
3	1.0	7.149	18	50	930
4	1.4	7.652	16	48	900
5	1.5	7.905	16	47	930
6	1.4	8.157	15	47	930
7	1.5	8.031	16	50	900
8	1.4	8.220	17	50	900
9	1.1	7.905	18	50	930
10	1.0	8.408	21	50	930
11	0.6	7.842	32	80	930

Tabelle III a.
3. Ostseeüberquerung. 19. II. 1933. (Planktonverteilung).

Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Diatomeen	3850	225	375	250	75	100	50	75	250	550	
Coscinodiscus		150	175	25						700	
Amphiprora	50										
Tabellaria	50										
Melosira	50					25					
Coelosphaerium pusillum	350	250	300	375	275	625	175	750	100	200	
Merismopedia									25	100	
Oocystis pelagica		25			25	25		75			
Pediastrum (leer)			25						75		
Scenedesmus									25		
Rotatorien	50		25								
Nauplius						25	25				
Calaniden				25			25				
Summe in 1 l.	4400	650	980	675	375	800	275	900	475	1550	

Wegen Sandbeimischung nicht zählbar.

Die Planktonproduktion war um ein Vielfaches herabgesunken (Tabelle II a), doch qualitativ waren noch viele Arten mit denen des Sommerplanktons identisch. Gegenüber diesem zeigten nur die Blaualgen *(Microcystis, Coelosphaerium)* einen beträchtlichen Anstieg.

Durch die Befunde der zweiten Überfahrt war die Frage entstanden, wann und in welchem Masse denn überhaupt die Nährstoffanreicherung der Oberflächenschichten erfolge. Zu ihrer Lösung wurde eine dritte

Überfahrt unternommen, und zwar zu jener Zeit, da die Ostseetemperatur ihr Minimum erreicht hat, also im Februar.

Die Resultate sind in Tabelle III zusammengestellt.

Nun endlich zeigt sich deutlich der rapide Anstieg der Nitrate und Phosphate. Der Nitratgehalt ist in diesen zwei Monaten von 10 auf 50 mg. emporgeschnellt, der Phosphatgehalt von 6 auf 16 mg. Damit dürfte nun das Maximum erreicht sein, welches zwar immer noch hinter jenen Nährstoffmengen zurückbleibt, welche von A t k i n s und H a r v e y im Winter im Ärmelkanal festgestellt worden sind, doch ist die absolute Menge gar nicht unbeträchtlich. Es ergibt sich nun sofort die wichtige Frage, wie denn diese N- und P-Mengen ins Oberflächenwasser des Arkonabeckens kommen. Die Antwort kann nur in einer Richtung liegen. Aus der Tiefe können die Nährstoffe nicht oder nur zum geringen Teil gelangt sein, da eine Totalzirkulation bei der grossen Dichtedifferenz nicht in Betracht kommt. Da die Oberflächenschichten sich aber in ständiger, langsamer Westbewegung befinden, sind wir zu der Annahme gezwungen, dass die Nährstoffe aus den östlicheren Teilen der Ostsee, also aus dem Baltischen Zentralbecken (nach der Nomenklatur von Sven Ekman 3) stammen. Hier wird infolge des viel geringeren Dichtegefälles im Herbst eine tiefer gehende Vertikalzirkulation eintreten können, welche nährstoffreiches Tiefenwasser an die Oberflächenschichten bringt.

Die Planktonproduktion hat wohl auch im Februar ihre geringste Dichte erreicht. Wenige Exemplare von *Coelosphaerium pusillum* und einige Kieselalgen bilden den ganzen Bestand. (Tabelle III a.)

An die im Vergleich zu den Mengen der freien Ozeane sehr bedeutenden Quantitäten gelöster Kieselsäure lassen sich keine ökologischen Erörterungen anschliessen, solange keine Vergleichswerte vom Sommer vorliegen.

Die hier begonnenen Untersuchungen werden weiter fortgesetzt werden, um die Erfassung der ganzen Jahresperiodizität zu ermöglichen.

Zur Zeit des Abschlusses dieser Arbeit liegen bereits die Ergebnisse zweier Frühjahrsfahrten vor (April, Mai), die jedoch erst im Zusammenhang mit noch weiteren Ostseeüberquerungen veröffentlicht werden sollen.

Mit ein paar Worten mag aber schon jetzt der weitere Verlauf der Nitrat-Phosphat Schwankungen und deren Beziehung zur Planktonproduktion charakterisiert werden.

Im zeitigen Frühjahr, (März, April) entwickelt sich eine ganz gewaltige Diatomeenproduktion *(Sceletonema costatum)*, durch welche namentlich die Nitrate rasch aufgezehrt werden, während die Phosphate noch auf gewisser Höhe bleiben (14 mg.). Im Mai sind aber auch diese verschwunden und damit hat auch die Planktonproduktion ein zweites Minimum erreicht, das dem winterlichen kaum nachsteht.

Die vorliegenden Untersuchungen haben natürlich nur einen kleinen Ausschnitt des Produktionsproblems der Ostsee klären wollen; im Sinne

des Verfassers aber würde es gelegen sein, wenn sie darüber hinaus zu ähnlichen Arbeiten in anderen Gebieten der Ostsee anregen könnten, z. B. im grossen Baltischen Zentralbecken, in dem sich derartige periodische Untersuchungen sehr wohl ausführen liessen.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, die während des ersten Teiles dieser Untersuchungen meine Arbeit an der Biologischen Forschungsstation auf Hiddensee ermöglichte, sage ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

Literatur.

1. Atkins, W. R. G. "Seasonal variations in the phosphate and silicate content of sea-water in relation to the Phytoplankton crop. Part. V, November 1927 to April 1929, compared with earlier years from 1923". Journ. of Mar. Biol. Assoc. XVI, No. 3. (Dort weitere Literaturangaben).
2. Buch, K. "Untersuchungen über gelöste Phosphate und Stickstoffverbindungen in den Nordbaltischen Meeresgebieten". Merentutkimuslaitoksen Julkaisu (Havsforskningsinstitutets Skrift) No. 86.
3. Ekman, Sven. "Vorschlag zu einer naturwissenschaftlichen Einteilung und Terminologie des Baltischen Meeres". Intern. Rev. der ges. Hydrobiol. und Hydrogr. 1931, Band 25, Heft 3/4.
4. Granquist, G. "Croisière Thalassologique en Bateaux Routiers en 1929". Merentutkimuslaitoksen julkaisu (Havsforskningsinstitutets Skrift) No. 70, Helsingfors, 1930.
5. Granquist, G. "Croisière Thalassologique en Bateaux Routiers en 1931". Ebenda, No. 81, 1932.
6. Harvey, H. W. "Nitrate in the sea II". Journ. of the Mar. Biolog. Assoc. XV, 1928.
7. Jurwa, R. "Croisière Thalassologique en Bateaux Routiers en 1931". Merentutkimuslaitoksen julkaisu (Havsforskningsinstitutets Skrift) No 78, Helsingfors, 1931.
8. Kalle, K. "Phosphatgehaltsuntersuchungen in der Nord- und Ostsee im Jahre 1931". Ann. d. Hydrogr. u. Mar. Meteorol. 1932.
9. Levander, K. M. "Muutamia piirtetä nykyajan planktontutkimuksesta". Över. Finska Vet. soc. För. XLVII, No. 20, 1904—1905.
10. Schreiber, E. "Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers". Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland, XVI, Bd. 10, 1927.
11. Stenij, S. E. "Croisière Thalassologique et Observations en Bateaux Routiers en 1928". Merentutkimuslaitoksen julkaisu (Havsforskningsinstitutets Skrift) No. 66, Helsingfors, 1929.
12. Wattenberg, H. "Die Bestimmung von Phosphat, Nitrat, Nitrit, Ammoniak und Silikat im Meerwasser". Ann. d. Hydr. u. Mar. Meteorol. 1931, (Dort ausführliche Literatur über die Methodik).
13. Wulff, A. "Nannoplanktonuntersuchungen in der Nordsee". Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland. N. F. XV, H. 3, 1926.

A New Type of Sampler for Use in the Quantitative Analysis of Plankton Collections.

By

S. G. Gibbons,

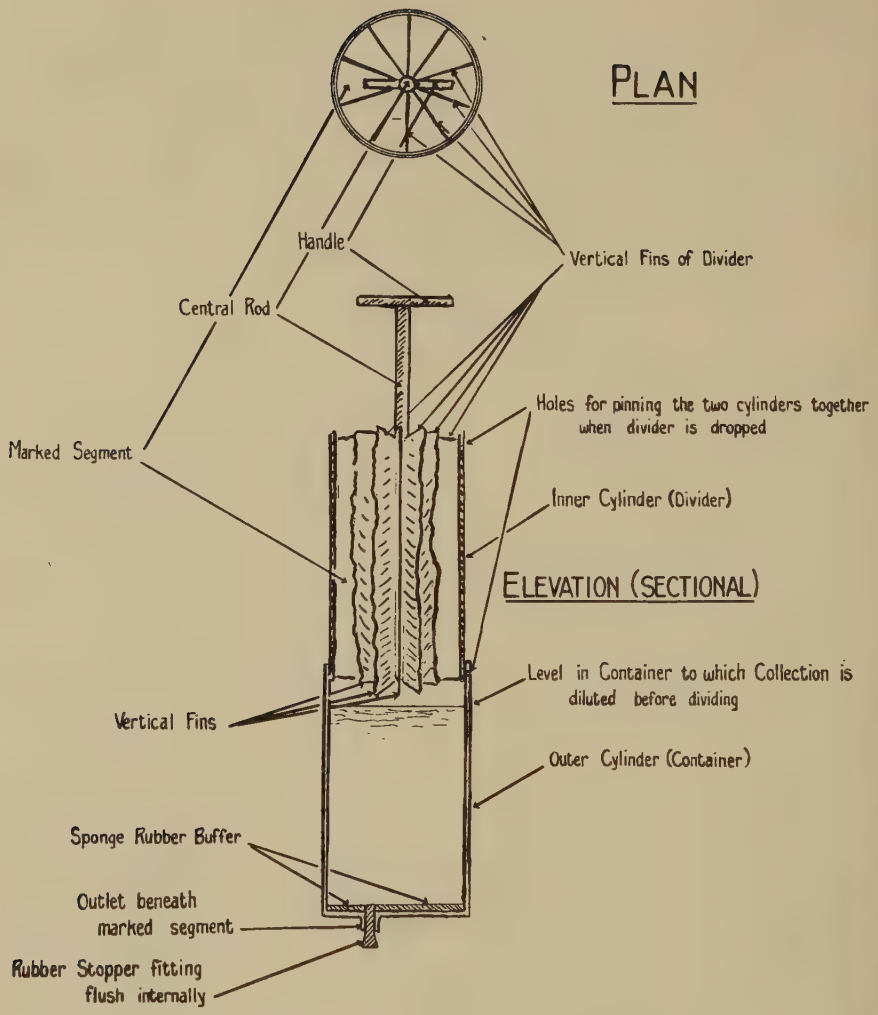
Fishery Board for Scotland, Aberdeen.

THE investigations that have been carried out of recent years in the study of plankton, and the results that have been obtained therefrom, indicate with ever increasing clarity the value of accurate quantitative data in the determination of the movements, distribution, and life histories of many of the organisms. This is especially the case in dealing with a definite area from which there are available large and comprehensive collections of material.

Up to the present, however, this type of work has been rendered difficult by the fact that one has been obliged either to count the entire number of animals in the collections, which is out of the question where there are several hundred samples to be examined, or else adopt some method for obtaining an accurately known fraction of the whole, and counting the numbers in that fraction. The objections to the latter procedure are twofold. In the first place, all the methods used up to the present either give a more or less serious error in the extracting of the fraction, or else take so long to perform the operation that little time is saved. Of these two drawbacks the former is clearly the more important, as the results obtained from such a fraction could never be completely relied upon.

Most of the methods in general use to-day have been tried in this laboratory, but though some of them have given fair results, the numbers of collections to be examined are so great, and the collections themselves in many cases so bulky, that there has always been a demand for some much more speedy, but nevertheless accurate, instrument for splitting the material up into known fractions. Two of the existing methods, when tested with a known number of organisms as a control collection, gave at times an error amounting to considerably over twenty per cent., a discrepancy which is too large to ignore, more especially when, as it appears in a fraction, the total error in the whole collection is considered.

It was for these reasons, then, that the work of devising some method of dividing samples accurately and quickly was undertaken, it being decided that a combination of speed, with an error as small



as possible, amounting to not more than ten per cent., was the ideal to be aimed at. The next essential was to have an apparatus so simple in construction and operation that it required no special skill in handling to get a good result. This is a really important point, for there is little doubt that with other methods used at present the individuality of the operator in many cases enters unwittingly into the result, two different people using the same machine getting widely separated figures for the same collection. Provision to overcome this difficulty is necessary when it is possible that different persons may be using the same instrument for the same investigation.

The apparatus described below is the outcome of testing in two different ways the whirling vessel used by L e a. One of the chief

drawbacks to this whirling vessel was the excessive time taken in the actual process of division. It was argued that if the process of division in a well-stirred collection could be made more rapid, then the chances of obtaining a more accurate fraction would be increased. If this theory is correct, the maximum accuracy would be obtained if the division were instantaneous, assuming the collection to be homogeneous after well mixing. It was with the idea of making the division as nearly instantaneous as possible that the following experiments were carried out.

Two metal cylinders were prepared, one fitting inside the other as closely as possible, yet leaving play enough to run freely. The outer cylinder was closed at one end with a flat metal base, the other end, destined to become the top of the containing vessel, being left open. The inner cylinder was left open at both ends. This smaller cylinder was then divided vertically into ten compartments by ten vertical fins of thin metal, placed radially, and supported in the centre by an upright rod. Both cylinders were of the same length. These arrangements are shown in the accompanying dissected diagram.

It will be clear that any substance in the outer cylinder, which we may call the container, would be split up into ten parts by the simple process of dropping in the vertically divided cylinder, which we may call the divider. If the inner junction at the base of the container and divider were a good fit, then each of the ten compartments formed by the dropping of the divider would be water-tight. By boring holes in the base of the container opposite the compartments, and fitting these holes with good stoppers, the contents of each segment could be run off separately. In actual practice, since only one tenth is required, only one outlet was made in the base of the container. The actual outlet was a short length, about half an inch, of metal tubing, of quarter-inch internal diameter. It was closed by the insertion from outside of a rubber stopper, which was made to penetrate far enough into the outlet tube to come flush with the base of the container inside. In order to make the base of the container capable of forming a water-tight joint with the bottom of the divider, a thin sheet of rubber was fitted into the base of the container, with a hole in it opposite the outlet tube. The divider, on being pressed into this, made a perfectly water-tight joint, and in use it was kept in place, pressed firmly down, by bolting both container and divider together with a small bolt which could be slipped through holes bored in both sections of the machine. These holes, of course, were arranged to come opposite each other only when the divider was pressed home. The segments of the divider were now marked, one to ten, and a special mark made on one of them. The divider was used so that this marked segment, (No. 10), always came above the outlet, thus ensuring that the same segment was always used in the experiments. The reason for this was that in the construction of the experimental divider some of the segments were actually a little larger than others, so that it was essential that the same segment be used every time in

testing, and also that the exact fraction of the whole represented by that segment be known. This was arrived at by ascertaining the volume of all the segments separately with a burette. This calibration of the instrument gave the following results.

Volume of marked segment (No. 10),	70.5	cubic	centimetres.
Volume of segs. 1—9, in order,	71.5	-	—
	73.5	-	—
	69.5	-	—
	70.0	-	—
	72.5	-	—
	75.0	-	—
	73.5	-	—
	76.0	-	—
	78.0	-	—
Total volume of all segments	730.0	-	—

All that now remained was to perfect some method whereby the contents of the container could be thoroughly mixed, so that the divider would stand a fair chance of splitting the collection into the correct proportions. This was done by using a vertical stirring rod, with a cross piece on the bottom of it, and moving it steadily up and down when in use, on the plunger principle. After stirring for a few seconds, the rod was removed, and the divider dropped in as quickly as possible, before any of the collection had been allowed to settle to the bottom of the container. In this way the process of division was made as nearly instantaneous as possible.

Seven hundred and thirty cubic centimetres of water were next admitted to the container, and a line made on the inside of the vessel at the water level. Since this volume is equal to the capacity of all the ten segments together, it follows that the dropping of the divider into the container exactly fills the instrument when there is fluid in the container up to the level of the line. All that is necessary is to see that the collection is sufficiently diluted to make up the required volume of liquid in the container, or to reduce the volume should the collection be already too large. For very large hauls of material, a larger instrument on exactly the same lines should prove of use.

Before placing the collection in the container, it was necessary to see that all the larger animals had been removed. These included such organisms as medusae, and large Schizopods, and presented little or no trouble in their removal. The remainder of the collection was then ready for division. In actual practice, the test collection used was one containing *Calanus finmarchicus* alone, in its later stages of development.

After the division was made, the figure for the total numbers in the whole collection was obtained by counting the numbers in the marked segment, multiplying this figure by 1460, and dividing the resulting product by 141. This was necessary to give the corrected

figure for the ratio of the marked segment to the whole number of segments together, thus: —

$$\frac{\text{Volume of marked segment}}{\text{Volume of all segments}} = \frac{70.5}{730.5} = \frac{141}{1460}$$

A collection of one thousand individuals might thus be expected to yield 96 or 97 individuals in the marked segment after division.

The following results show the progress of the work. All the results obtained in the testing of the instrument are shown, so that there can be no question of "selecting" results which appear good, while rejecting the inferior ones. Only by comparing *all* the results arrived at, and omitting none, can such an instrument be judged.

Result of First Set of Experiments.

Contents of Collection.	Estimated content of marked segment.	Actual content of marked segment.	Percentage Error.
2000 Calanus.	194	198	2
1980 —	192	199	3½
1970 —	191	184	— 3½
1960 —	190	181	— 4½
1950 —	189	195	3

The mean percentage error for these experiments is in the region of 3½, while for the same collections with other machines the error was anything between twelve and twenty per cent. The total time taken to divide these five collections, including the counting of the numbers in the marked segment, was only twenty-eight minutes.

From this it will be seen that not only did the first test hold out hope of a fairly reliable machine, but also the time taken in the division was so small that, given a large number of samples, hours of time would be saved in the examination of an area.

A second experiment with a somewhat larger collection was now decided upon, and the following results were obtained from the next three tests.

Result of Second Set of Experiments.

Contents of Collection.	Estimated content of marked segment.	Actual content of marked segment.	Percentage Error.
4950 Calanus.	478	489	2¼
4730 —	460	488	6
4700 —	457	438	— 4¼

In this experiment the mean error was just over 4 per cent. The greatest error was as low as 6 per cent., and the range of error from positive to negative, 10 per cent. This is to be regarded as very satisfactory, and although the result is not quite so good as in the

previous set of experiments, it is at the same time quite good enough for most quantitative work. An error of 6 per cent. in such work is not of a very serious nature. As already pointed out, the ideal aimed at was to bring the error down as low as possible, ten per cent. being regarded as the limit for accurate work. Regarded in this light the results so far obtained were promising. Nevertheless it was decided that the carrying out of one more set of experiments, making about a dozen tests in all, was desirable before the adoption of the machine for general purposes in the laboratory. Accordingly, a number of Decapod larvae, of widely differing sizes and stages, was picked out for the test, since it was required to try the machine with material other than Copepoda. The following results were obtained.

Result of Final Set of Experiments.

Contents of Collection.	Estimated content of marked segment.	Actual content of marked segment.	Percentage Error.
1500 Decapod larvae	144	148	1½
1500 — -	144	143	— ¾
1500 — -	144	150	2
1500 — -	144	139	— 3½

It will be seen from these figures that though the number dealt with in the collection is so small, yet the mean percentage error is very low indeed. The range error from positive to negative is but 5½ %. In a larger collection the chances of a still more exact division would be increased. For example, in a collection containing only ten individuals it would be most unlikely that on the descent of the divider there would be one of the ten animals in each compartment. This, of course, is the extreme case. In other words, the more dense the collection, the more accurate is the process of division likely to be. The extreme case in this direction would be presented where the mass to be divided was a solid. In this instance the result would of necessity be exact. For a satisfactory working, then, of this machine, the collection requires to be fairly dense, but not, of course, too thick to stir freely. In order to avoid having severely to dilute or concentrate the collections, it is proposed in this laboratory, to have several of these machines of different sizes, so that both the largest and smallest collections can be divided without previous attention and consequent loss of time.

In conclusion one must draw attention to the fact that the instrument just described is not claimed as perfect. It is to be doubted if, for this type of work, it is possible to construct a machine which would be absolutely accurate. All that is claimed for the above very simple piece of apparatus is that it is at least as accurate as other methods, more so than many, and quicker than any in operation, and is as little liable to "human element" errors as it is possible for such an instrument to be.

Über quantitative Untersuchung von marinem Plankton mit Utermöhls umgekehrtem Mikroskop.

Von

E. Steemann Nielsen.

(Planktonlaboratorium der Dänischen Kommission für Meeresforschung).

Quantitative Planktonforschung ist in den letzten Jahren wieder eins der Hauptprobleme der Meeresforschung geworden. Die Methoden für die quantitative Erfassung des marinen Planktons haben sich jedoch seit Hensen's grundlegenden Arbeiten mit quantitativen Netzfängen und seit der Einführung der Zentrifugenmethode durch Lohmann nur wenig geändert.

In den letzten Jahren ist fast ausschliesslich die Zentrifuge für die quantitativen Arbeiten mit marinem Phytoplankton benutzt worden — abgesehen von den sorgfältigen Zählungen des Planktons im Kanarenstrom mittels Planktonkammern von Utermöhl (1927). Die Zentrifugen-Methode hat ihre grossen Vorzüge, wenn auch viele Forscher sich darüber klar waren, dass die Fehlerquellen beim Gebrauch der Zentrifuge recht gross sind. Am deutlichsten treten diese Fehler hervor bei den Kulturversuchen von Allen (1919). Allen fand, dass nur der 31. Teil der Organismen mit der Zentrifuge erbeutet wurde. Wulff (1925) meint aber, dass der grosse Verlust durch die geringe Leistungsfähigkeit der von Allen benutzten Zentrifuge verursacht ist. Die Bildung von Wirbeln in den Zentrifugengläsern wird besonders hervorgehoben. Ganz kürzlich hat Gran (1932) die Versuche von Allen wiederholt; er schreibt, dass er zu ähnlichen Resultaten gekommen ist.

In der Süsswasserplanktonforschung hat man indessen in den letzten Jahren etwas andere Wege eingeschlagen, um das Plankton quantitativ zu erfassen. Der grösste Fortschritt in der Methodik ist ohne jeden Zweifel das von Utermöhl vor kurzem erfundene umgekehrte Mikroskop (Utermöhl 1931). Sein Prinzip besteht darin, dass das Plankton in Röhrenkammern mit dünnem Boden sedimentiert und dann mittels des Mikroskops, dessen Objektive nach oben gerichtet

sind, gezählt wird. Zum Mikroskop gehört eine Reihe von Röhrenkammern; die kleinste Kammer kann 2 cm.³ erfassen, die grösste 100 cm.³.

Im Planktonlaboratorium der Dänischen Kommission für Meeresforschung ist seit einiger Zeit mit diesem umgekehrten Mikroskop gearbeitet worden, und es hat sich gezeigt — wie von vornherein anzunehmen war —, dass es auch für das marine Plankton ausgezeichnete Dienste leistet. Die untersuchten Wasserproben sind alle mit neutralem Formalin konserviert. Erst wird eine grössere Röhrenkammer bei mittelstarker Vergrösserung (Obj. 5, Oc. 2) gezählt, dann eine 2 cm.³ Kammer oder ein Teil davon bei starker Vergrösserung (Obj. 8, Oc. 2). Die Wahl der Röhrenkammer hängt natürlich ganz vom Planktoninhalt der Proben ab.

Die originalen Röhrenkammern von U t e r m ö h l gestatten es nicht, starke Objektive zu benutzen, da die Bodenscheibe zu dick ist; Scheiben von weniger als 0.3 mm. Dicke hat U t e r m ö h l aus Furcht vor ihrer Zerbrechlichkeit nicht zu benutzen gewagt. In unserm Laboratorium haben wir bei den kleinsten Röhrenkammern die Bodenscheibe entfernt. Statt dessen wird unmittelbar vor Füllung der Kammern mittels Hahnenfett (mittelweiches) ein dünnes rundes Deckglas aufgesetzt. Der Diameter dieses Deckglases ist ungefähr doppelt so gross wie der der Röhrenkammer und passt gerade in die Sockel, die für die grossen 50 cm.³-Kammern berechnet sind. Nach einiger Übung gelingt es leicht, die Deckgläser so anzusetzen, dass praktisch genommen kein Fett herausquillt, das die Zählung stören könnte.

Für die Nannoorganismen ist es von grosser Wichtigkeit, dass sie bei starker Vergrösserung gezählt werden. Selbst etwas grössere Organismen, wie zum Beispiel die Diatomé *Nitzschia delicatissima* muss bei starker Vergrösserung gezählt werden. Hier kann man nur H e n t s c h e l (1931) durchaus zustimmen, wenn er schreibt (Seite 22): "Es ist erstaunlich, wie viel man übersieht, wenn man Organismen bestimmter Grössenordnung bei zu geringer Vergrösserung zu zählen sucht."

Wenn die Planktonmenge genügend gross ist (als Minimum werden 100 der häufigsten Organismen gezählt), ist es nicht nötig, die ganze Röhrenkammer zu zählen; es ist erstaunlich, wie regelmässig das Plankton sich sedimentieren lässt. Zählt man zum Beispiel bei starker Vergrösserung nur jeden 8. Streifen in der 2 cm.³ Kammer, beträgt die Abweichung von den Summen, die durch Zählen der ganzen Röhrenkammern gewonnen sind, nie mehr als $\pm$ 6 %. Natürlich müssen die Streifen regelmässig verteilt sein. Man darf sich nicht mit der einen Seite der Röhrenkammer begnügen; die Röhrenkammer könnte bei der Sedimentation nicht ganz vertikal gestanden haben, was recht beträchtliche Fehler veranlassen kann. Für die Sedimentation wird in unserem Laboratorium immer eine Zeitspanne von 24 Stunden gebraucht. Um die Entstehung von Luftblasen durch Verdampfen zu vermeiden, sind die Röhrenkammern während der Sedimentation unter einer Glasglocke, die in einem Wasserbade steht, angebracht. Ferner

wird dafür gesorgt, dass die Temperatur nicht während der Sedimentation steigt, was auch Luftblasen in den Röhrenkammern veranlassen kann, da die Lösungsfähigkeit von Luft in Wasser umgekehrt proportional der Temperatur verläuft. Eine gleichmässige Verteilung des Planktons in den Konservierungsflaschen ist durch kräftiges Schütteln leicht zu erzielen, wie aus den Tabellen 2—5 hervorgeht — vergleiche auch die Resultate von Utermöhl (1927, Seite 504—509). Alle mit neutralem Formalin konservierten Organismen vertragen das Schütteln!

Beim Arbeiten mit dem umgekehrten Mikroskop entstanden zunächst zwei Fragen. *Erstens:* wie verhalten sich die Resultate, die nach der hier angewandten Methode gewonnen sind, gegenüber denen, die nach den in der marinen Biologie gebräuchlichen Methoden, vor allem der Zentrifugenmethode, erzielt worden sind? *Zweitens:* wie exakt sind die Ergebnisse, die durch das umgekehrte Mikroskop festgestellt werden?

Wir wollen zunächst die erste Frage behandeln. Von vornherein kann schon jetzt gesagt werden, dass die vorliegenden Untersuchungen gezeigt haben, dass die Zentrifuge nur einen Bruchteil der im Wasser befindlichen Organismen nachweist. Die Resultate von Allens Kulturmethode sind völlig bestätigt worden.

Die Arbeiten mit der Zentrifuge sind im pflanzenphysiologischen Laboratorium der Universität Kopenhagen ausgeführt worden. Für das Benutzen der Zentrifuge spreche ich dem Leiter, Herrn Prof. Dr. P. Boysen-Jensen meinen besten Dank aus. Es handelt sich um eine grosse elektrische Ecco-Superior-Zentrifuge, die während der Untersuchungen eine Umdrehungszahl von 3200 pro Minute hatte. Es wurden 10 cm.^{3} Zentrifugengläser benutzt, die ganz nach den Angaben von Lohmann (1908) gemacht waren. Seine Arbeitsanweisung wurde genau befolgt. Nach 15 Minuten langem Zentrifugieren wurde das Wasser vorsichtig abgegossen, während der Tropfen mit dem Sediment in der Spitze des Zentrifugenglases mittels einer fein ausgezogenen Pipette erst aufgewirbelt und dann auf ein Objektglas gebracht wurde. Ein Zentrifugieren von mehr als 15 Minuten ergab nie grössere Zahlen, was ganz mit den Untersuchungen von Pascher (1912) und Lohmann (1908) stimmt. Das abgegossene Wasser wurde oft noch einmal zentrifugiert. Hierauf werde ich noch später zurückkommen.

Wulff (1926) macht darauf aufmerksam, dass beim Ausschalten des elektrischen Stromes Wirbel in den Zentrifugengläsern entstehen können, wodurch das Plankton wieder aufgewirbelt wird. Er fixiert darum die Zentrifugengläser in wagerechter Lage, indem er sie erst mittels genau passender Korkplatten so verschliesst, dass keine Luftblasen eingeschlossen werden. Er führt keine Zahlen an, die zeigen, dass die Sedimentation durch seine Methode wirksamer wird. Ich habe eine Reihe von Zentrifugierungen teils mit offenen, teils mit geschlossenen, wagerecht fixierten Zentrifugengläsern ausgeführt und habe keinen Unterschied gefunden, wie aus Tabelle 1 hervorgeht.

Tabelle 1.

Probe	Name des Organismus	Anzahl der Organismen gefunden in 10 cm.³ mit offenen Zentrifugengläsern	mit geschlossenen, wagerecht fixierten Z.-Gl.
St. 4460, Oberfläche	*Thalassiosira*	102	125
	Chaetoceros	534	555
St. 4412, Oberfläche	*Nitzschia delicatissima*	295	270
	Pontosphaera huxlei	1325	1160
St. 4438, 25 m.	*Nitzschia delicatissima*	1260	1040
—	*Rhizosolenia semispina*	20	12

Vielleicht hat Wulff recht, wenn er sagt, dass beim Ausschalten des Stromes Wirbel — oder wohl besser Strömungen — in den Zentrifugengläsern entstehen. Sie werden aber nur nicht bei seiner Methodik beseitigt.

In den klassischen Untersuchungen von Lohmann (1908) sind auch Versuche angestellt um zu zeigen, wie gross der Verlust beim Zentrifugieren ist. Diese Experimente werden später näher besprochen werden. Lohmann kommt zu dem Schluss (S. 191): "Es dürfte im allgemeinen bei jeder Art ein kleiner Sedimentierverlust zu rechnen sein, der aber meistenteils ohne Bedeutung ist und daher am besten unberücksichtigt bleibt."

Die vorliegenden Untersuchungen berechtigen aber zu einem ganz anderen Schluss. In den Tabellen 2—5 sind die Resultate von einer Reihe von vergleichenden Zählungen, die teils mittels des umgekehrten Mikroskops, teils an Hand der Zentrifugenmethode vorgenommen sind, zusammengestellt. Es handelt sich um konservierte Proben aus isländischen und grönländischen Fahrwassern, die während einer Fahrt des dänischen Forschungsdampfers "Dana" im Sommer 1932 gesammelt worden sind. Als Objekte wurden einige sehr verbreitete Organismen gewählt: ausser der kleinen Coccolithophoride *Pontosphaera huxlei* die in kälteren Gewässern sehr winzige Diatomé *Nitzschia delicatissima* und verschiedene Arten der Diatomeengattungen *Rhizosolenia, Thalassiosira* und *Chaetoceros.*

Tabelle 2.

(St. 4412, Oberfläche)

Name des Organismus		Inhalt in 10 cm.³ umgekehrtes Mikroskop	Zentrifuge	Zahlen der Zentrifuge im Verhältnis zu denjenigen des umgekehrten Mikroskops in %
Nitzschia delicatissima	I	2680	295	
—	II	2510	270	
—	III		280	
—	Mittel	2595	282	11
Pontosphaera huxlei	I	6300	1160	
—	II	6120	1325	
—	III		1230	
—	Mittel	6210	1238	20

Tabelle 3.

(St. 4438, 25 m.)

Name des Organismus		Inhalt in 10 cm.³		Zahlen der Zentrifuge im Verhältnis zu denjenigen des umgekehrten Mikroskops in %
		umgekehrtes Mikroskop	Zentrifuge	
Nitzschia delicatissima	I	7120	1276	
—	II	7440	1260	
—	III		1040	
—	Mittel	7280	1192	16
Rhizosolenia semispina	I	45	8	
—	II	50	12	
—	III	48	20	
—	Mittel	48	13	27

Tabelle 4.

(St. 4450, 50 m.)

Name des Organismus		Inhalt in 10 cm.³		Zahlen der Zentrifuge im Verhältnis zu denjenigen des umgekehrten Mikroskops in %
		umgekehrtes Mikroskop	Zentrifuge	
Rhizosolenia obtusa	I	82	17	
—	II	73	13	
—	Mittel	78	15	19
Chaetoceros debilis	I	79	45	
—	II	87	60	
—	Mittel	83	53	64
Nitzschia delicatissima	I	1120	155	
—	II	960	170	
—	Mittel	1040	163	16

Tabelle 5.

(St. 4460, 10 m.)

Name des Organismus		Inhalt in 10 cm.³		Zahlen der Zentrifuge im Verhältnis zu denjenigen des umgekehrten Mikroskops in %
		umgekehrtes Mikroskop	Zentrifuge	
Thalassiosira (alle)	I	460	125	
—	II	430	102	
—	III		108	
—	Mittel	445	112	25
Chaetoceros (alle)	I	1560	555	
—	II	1610	534	
—	III		108	
—	Mittel	1585	506	32

Bei allen Arten hat die Zentrifuge viel geringere Zahlen ergeben als das umgekehrte Mikroskop. Von *Pontosphaera* erhielt ich z. B. mit der Zentrifuge nur 20% im Verhältnis zum umgekehrten Mikroskop, von *Nitzschia delicatissima* nur 11—16%. Am besten liess sich *Chaetoceros debilis* in der Probe 4450, 50 m. auszentrifugieren: 64 %. Die Probe 4460, 10 m. ergab aber von den Chaetoceros Arten, unter denen nur ein Teil *Chaetoceros debilis* war, nur 32 %. Rhizosolenia- und Thalassiosira-Arten *(T. nordenskjöldii* und *T. gravida)* erlitten auch einen grossen Verlust beim Zentrifugieren: die Zentrifuge ergab nämlich nur 19—27 % von dem, was mittels des umgekehrten Mikroskops gefunden war.

Wie wollen jetzt eingehen auf die wahrscheinlichen Ursachen, die für die schlechten Resultate mit der Zentrifuge verantwortlich sind. Alle Organismen, die mittels des umgekehrten Mikroskops gefunden werden, müssen schwerer als Wasser und darum zentrifugierbar sein. Da andererseits ein doppelt so langes Zentrifugieren, wie schon erwähnt, keine grösseren Zahlen gibt, müssen die Organismen schon zentrifugiert gewesen sein, aber zu irgend einem Zeitpunkt muss ein grosser Teil von ihnen wieder in Suspension gegangen sein. Dies muss entweder beim Ausschalten des elektrischen Stromes geschehen sein, indem Strömungen in den Zentrifugengläsern entstanden, oder beim Abgiessen des Wassers, wahrscheinlich unter dem Einfluss beider Ursachen. Dass das Anhaften des Planktons an den Wandungen der Zentrifugengläser beträchtliche Fehler bewirken sollte, wie Utermöhl (1927) vermutet, glaube ich nicht; diese Fehlerquelle darf aber nicht ausser acht gelassen werden. Wie schon erwähnt lassen sich die wahrscheinlichen Strömungen beim Ausschalten des elektrischen Stromes nicht durch wagerechte Fixierung der Zentrifugengläser beseitigen, und eine bessere Entfernung des überstehenden Wassers als durch Abgiessen ist wohl auch kaum möglich (Absaugen mit einer Pipette jedenfalls nicht!). Es sieht so aus, als ob das Plankton nach dem Zentrifugieren wie eine recht zusammenhängende Kruste in der Spitze des Zentrifugenglasses liegt. Diese Kruste wird wohl hauptsächlich hervorgebracht durch das Detritus, das eine bekannte Neigung zum Zusammenballen hat, in Verbindung mit den etwas grösseren Formen mit Hörnern. Ein Teil der winzigen Organismen wird auch von dieser Kruste zurückgehalten, während ihr grösster Teil durch vielleicht nur ganz minimale Strömungen wieder in Suspension geht.

Nach Gran (1929) findet man beim nochmaligen Zentrifugieren des schon einmal zentrifugierten Wassers durchschnittlich 10 % der ursprünglichen Zahlen. Gran erhöht darum immer seine Zahlen um 10 %. Ich habe eine Reihe solcher Wiederzentrifugierungen gemacht und durchschnittlich grössere Zahlen als 10 % gefunden, was wohl damit zusammenhängt, dass Gran beim Zählen nur eine schwache Vergrösserung anwendet und darum das Hauptgewicht auf die etwas grösseren Organismen legt; die für diese bei den vorliegenden Untersuchungen gefundenen Zahlen stimmen mit denen von Gran überein *(Thalassiosira).* Tabelle 6 gibt die Resultate dieser Wiederzentrifugierungen.

Tabelle 6.

Probe	Name des Organismus	Bei der ersten Zentrifugierung in 10 cm.³ gefunden	Bei der Wiederzentrifugierung gefunden	Wiederzentrifug.: urspr. Zentrifug. in %	Durchschnittswerte
St. 4412, Oberfl. I	*Pontosphaera huxlei*	1325	400	30	29
— II	—	1160	330	28	
— I	*Nitzschia delicatissima*	270	110	41	37
— II	—	295	95	32	
St. 4460, 10 m.	*Thalassiosira*	102	14	14	11
— II	—	125	10	8	
— I	*Chaetoceros*	534	120	<22	18
— II	—	555	72	<13	

Obgleich in der Probe St. 4412, Oberfläche, beim ersten Zentrifugieren nur 20 % von *Pontosphaera huxlei* und 11 % von *Nitzschia delicatissima* auszentrifugiert wurden (siehe Tabelle 2), wurden beim Wiederzentrifugieren, wobei sich doch 80 %, beziehungsweise 89 % der Organismen in Suspension hätten befinden müssen, nur 30 % beziehungsweise 37 % von den 20 % beziehungsweise 11 % der ursprünglichen Suspension gefunden.

Beim Wiederzentrifugieren wurden dann von *Pontosphaera* $\frac{20 \times 29 \times 100}{100 \times (100 - 20)}$ % = 7.2 % auszentrifugiert, von *Nitzschia delicatissima* $\frac{11 \times 37 \times 100}{100 \times (100 - 11)}$ % = 4.6 %. Beim Wiederzentrifugieren war die Effektivität der Zentrifuge bei *Pontosphaera huxlei* nur ungefähr $^1/_3$, bei *Nitzschia delicatissima* $^1/_2$ der ursprünglichen Effektivität. In der Probe St. 4460, 10 m. wurden beim Wiederzentrifugieren (Vgl. Tabellen 5 und 6) von *Thalassiosira* $\frac{25 \times 11 \times 100}{100 \times (100 - 25)}$ % = 3.7 % auszentrifugiert, von *Chaetoceros* $\frac{32 \times 18 \times 100}{100 \times (100 - 32)}$ % = 8.5 %. Bei der Wiederzentrifugierung war die Effektivität der Zentrifuge bei *Thalassiosira* $^1/_7$, bei *Chaetoceros* $^1/_4$ der ursprünglichen Effektivität.

Da, wie schon vorher mehrmals bemerkt, beim längeren Zentrifugieren keine grösseren Zahlen erreicht werden und die Organismen sich sedimentieren lassen, können die niedrigen Werte wohl nur dadurch erklärt werden, dass die Kruste beim Wiederzentrifugieren bedeutend weniger effektiv auf das Zurückhalten der winzigen Organismen wirkt. Ein Kriterium für diese Annahme ist die Tatsache, dass man nach dem zweiten Zentrifugieren viel weniger Detritus als nach dem ersten im Präparat findet.

Dies führt uns zu einem anderen Problem: wird ein und derselbe Organismus in verschiedenen Proben gleich gut zentrifugiert? Wir

haben die Diatomé *Nitzschia delicatissima* aus drei Proben zentrifugiert. In der einen wurden 11 % von dem, was bei dem umgekehrten Mikroskop gezählt war, gefunden, während in den beiden andern 16 % gefunden wurden. Diese Zahlen stimmen recht gut mit einander überein; aber diese drei Proben waren auch nicht wesensverschieden, vor allem war die Detritusmenge — so gut sie sich nun schätzen lässt — ziemlich dieselbe. Das Ergebnis wird sich ohne Zweifel anders stellen, wenn man ozeanische Proben mit wenig Plankton and Detritus mit neritischen Proben mit viel Plankton und Detritus vergleicht. Ausserdem muss der Fehler bei den ozeanischen Proben noch bedeutend steigen, weil die Organismen einer mehrfachen Zentrifugierung ausgesetzt sind, wie es z. B. nach der Methodik von Hentschel (1932) der Fall ist.

Die durchschnittlich sehr guten Resultate, die Lohmann (1908 Seite 190—191) bei seinen Experimenten erzielt hat, bei denen er versuchte, den Verlust beim Zentrifugieren festzustellen, ist gewiss eine Folge der kolossalen Plaktonmenge. Die Stammflüssigkeit war nämlich so konzentriert, dass er die drei Diatomeen *Sceletonema, Chaetoceros* und *Rhizosolenia setigera* und den Flagellaten *Eutreptia* direkt in einem Tropfen zählen konnte. Es war wohl, möchte man sagen, nach dem Zentrifugieren überhaupt "kein Raum" mehr für Strömungen in der Spitze des Zentrifugenglases. Bei lebenden Organismen, z. B. nackten Flagellaten, könnte man auch annehmen, dass ein Verkleben der Organismen infolge Gallertausscheidung oder Zerplatzen einen geringen Verlust bei dem Zentrifugieren bewirkt. Experimente mit lebendem Plankton sind nicht immer mit solchen, bei denen konserviertes Plankton gebraucht wird, zu vergleichen.

Auf die interessanten Untersuchungen von Pascher (1912), die aber Utermöhl (1927) sehr scharf kritisiert, und zum Teil wohl mit Recht, will ich hier nicht eingehen. Es wäre jedoch sehr wünschenswert, wenn ähnliche Untersuchungen auch mit marinem Plankton ausgeführt würden. Doch darf man nicht ausser acht lassen, dass ein Teil der Organismen im "Zwischenraum" erst nach beendigtem Zentrifugieren wieder dahin gewirbelt wird.

Zum Schluss möchten wir noch einmal auf das umgekehrte Mikroskop zurückkommen. Es besteht kein Zweifel, dass die bei dieser Methode gewonnenen Zahlen die mit der Zentrifuge festgestellten bei weitem übertreffen; aber erhält man nun auch bei dieser Methode den Totalplanktongehalt? Fehlerquellen gibt es natürlich bei dieser Methode wie bei jeder anderen. Aber sind sie so unbedeutend, dass man sie ohne Bedenken vernachlässigen kann? Es ist nicht ganz leicht, die Antwort zu geben. Erstens muss man immer konserviertes Plankton anwenden, und bei jeder Konservierung gehen ohne Zweifel eine grosse Menge Organismen zu Grunde oder sie werden unkenntlich. Zweitens ist vielleicht eine grössere Menge der Organismen spezifisch leichter als das Wasser und wird nicht sedimentiert. Diese Schwierigkeit lässt sich sicher mittels der Tropfenmethode lösen. Ich habe versucht, diese Tropfenmethode bei den isländischen Proben zu benutzen; aber um

genügend Plankton für die Zählung zu erhalten, mussten so grosse Tropfen benutzt werden, dass das Präparat für starke Objektive zu dick wurde. Da es sich um kleine Organismen handelte — nackte Flagellaten und *Nitzschia delicatissima,* ist der Fehler infolge der geringen Vergrösserung allzu beträchtlich geworden. Jedenfalls wurden immer bedeutend weniger Organismen mittels der Tropfenmethode als bei dem umgekehrten Mikroskop gefunden. Dies deutet nicht darauf hin, dass der Fehler bei dem umgekehrten Mikroskop wegen ungenügender Sedimentation gross gewesen ist.

Die Zeit, die man für die quantitative Behandlung einer Planktonprobe braucht, ist bei Benutzung des umgekehrten Mikroskops durchschnittlich etwas länger als bei Anwendung der Zentrifugenmethode, besonders wenn das Plankton spärlich ist. Aber damit muss man sich abfinden. Ich habe versucht, eine Methode zu entwickeln, die es gestattet, das Plankton vor der Füllung der Röhrengläser zu konzentrieren, z. B. im Verhältnis 10 : 1. Man würde dann kleinere Röhrengläser benutzen können und Zeit sparen. Es ist mir aber nicht gelungen, eine sichere Methode zu erzielen. Die Zeit, die die Durchmusterung einer Planktonprobe zur Untersuchung mit dem umgekehrten Mikroskop in Anspruch nimmt, beläuft sich in unserem Laboratorium auf 2—3 Stunden; braucht man aber nicht alle Arten zu unterscheiden, wird die Zeitdauer wesentlich geringer.

Als Resultat dieser kleinen Untersuchung gebe ich der Hoffnung Ausdruck, dass das umgekehrte Mikroskop bei künftigen Bearbeitungen von marinem Kleinplankton benutzt werden möge. Ganz ideal ist die Methode wohl nicht, aber jedenfalls ist sie die beste, die wir zur Zeit besitzen.

Résumé.

1. Utermöhl's reversed microscope is strongly recommended for quantitative marine plankton investigations. Instead of the original glass tubes with fixed bottoms, open tubes should be used, especially in the case of the small 2 cm.^{3} tubes. Shortly before filling, a thin circular glass cover should be attached by means of vaseline. The diameter of the glass cover should be twice that of the tube. This method enables the high-powered objectives to be used also, which is not possible with Utermöhl's original tubes owing to the thickness of the glass bottoms.

2. Counts with the reversed miscroscope are compared with the counts made after centrifuging corresponding samples. It is first shown (Table 1) that the method recommended by Wulff (1925), namely, to close the centrifuge glasses with corks and to fasten them horizontally, does not increase the effectiveness of the centrifuging. Tables 2—5 give, for a series of selected organisms in four samples, a comparison of the results obtained with the reversed microscope and with the centrifuge. For the small diatom *Nitzschia delicatissima* centrifuging yields 11 to 16 % of the number counted with the reversed microscope; 20 % of the Coccolithophorid *Pontosphaera huxlei* is

similarly obtained. In the case of other diatoms counted, from 19 to 32 % is generally obtained except in the case of *Chaetoceros debilis*, 64 % of which was obtained with the centrifuge from a single sample.

3. The poor results obtained by centrifuging plankton samples is very likely due to currents developing during or at the end of the operation. Some of the smallest plankton organisms are retained by crusts formed, mainly from detritus, at the bottom of the centrifuge glasses.

4. Re-centrifuging the same water gives a considerably poorer result than the first operation (Table 6), possibly owing to the small amount of detritus then present. The crust at the end of the glass is then less able to retain the very small organisms.

5. Comparison between counts with a reversed microscope and those made by the ordinary drop method showed considerably higher figures for the reversed microscope. This is due to the fact that the plankton was so thinly concentrated that large drops were required and consequently the preparations were too thick for the higher powered objectives. A great number of the small organisms has thus been overlooked. These counts, however, do not indicate to what extent the counts with the reversed microscope fall short of the true numbers but it is suggested that the percentage loss is only unimportant.

Literaturverzeichnis.

Allen, E. J. **(1919)** "A Contribution to the Quantitative Study of Plankton". Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 12. Nr. I.

Gran, H. H. **(1929)** "Quantitative Planktoninvestigations carried out during the Expedition with the "Michael Sars" July—September 1924". Rapp. et Proc. Verb. Vol. LVI.

Gran, H. H. **(1932)** "Phytoplankton. Methods and Problems". Journ. du Cons. Vol. VII. Nr. 3.

Hentschel, E. **(1932)** "Die Biologischen Methoden und das Biologische Beobachtungsmaterial der "Meteor"-Expedition". Wiss. Ergebn. der Deutschen Atlant. Exped. auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff "Meteor" 1925—1927. Band X.

Lohmann, H. **(1908)** "Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts an Plankton". Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel N. F. 10.

Lohmann, H. **(1922)** "Zentrifugenplankton und Hochseeströmung". Int. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. 10.

Pascher, A **(1912)** "Versuche zur Methode des Zentrifugierens bei der Gewinnung des Planktons". Int. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrog. 5.

Utermöhl, H. **(1927)** "Untersuchungen über den Gesamtplanktongehalt des Kanarenstromes". Arch. f. Hydrobiol. XVIII.

Utermöhl, H. **(1931)** "Neue Wege in der Quantitativen Erfassung des Planktons". Verh. d. Internat. Vereinig. f. Limnologie 5.

Wulff, A. **(1926)** "Nannoplanktonuntersuchungen in der Nordsee. Mit Bemerkungen über die Methode des Zentrifugierens". Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Helgoland, Bd. XV.

The "Number of Vertebrae" in the Herring and its Variation.

By

E. Ford,

Marine Biological Laboratory, Plymouth.

THE "number of vertebrae" is a character which is familiar to all investigators of herring populations, whether it be used with reference to an individual fish or as a statistical character of a random sample of fishes. Workers are also aware that, in working through a sample, one or more individuals will be found about which doubt arises as to the "number of vertebrae" on account of some vertebral "abnormality". At Plymouth during recent months skeletons have been examined in somewhat greater detail than hitherto in an endeavour to determine the extent of individual variation, and to consider the significance of this variation in relation to the "number of vertebrae".

A total of 14 samples[1]), all save one numbering about one hundred fishes, were examined, with the result that of the grand total of 1,356 individuals, not more than 1,071 (or 79 %) could be accepted as "normal". Of the remaining 256 (or 21 %) there were 52 for which no unequivocal count of the vertebrae could be made because of fusions of centra at some point along the vertebral column. This leaves 233 which were kept apart because they exhibited accessory processes to one or the other or both of the two vertebrae immediately preceding the urostyle. It should be noted, however, that these latter skeletons were in no way abnormal in the appearance of the bodies of the vertebrae. Indeed, in the past they had invariably been treated as "normal" skeletons, and the counts of their vertebrae included for the determination of the "number of vertebrae" of the sample to which they belonged. It has been thought convenient to deal with the three classes of skeleton under separate heads.

The "Normal" Condition.

Every sketeton classed as "normal" possessed but one dorsal and one ventral process to each of the vertebral elements. The number of vertebrae between the skull and the urostyle (i.e. *excluding* the urostyle

[1]) See Tables IV and V on pages 218 and 219 for details.

itself) varied from 54 to 58. An endeavour was therefore made to find if there was any difference between the skeletons having one particular number of vertebrae and those having another. Progress in this direction was made by taking note of the manner in which the vertebral processes changed in character in passing from the anterior to the posterior end of the vertebral column. Considering the dorsal processes first, it was observed that from the 3rd to about the 26th vertebra the dorsal process forms an attachment to the vertebral body

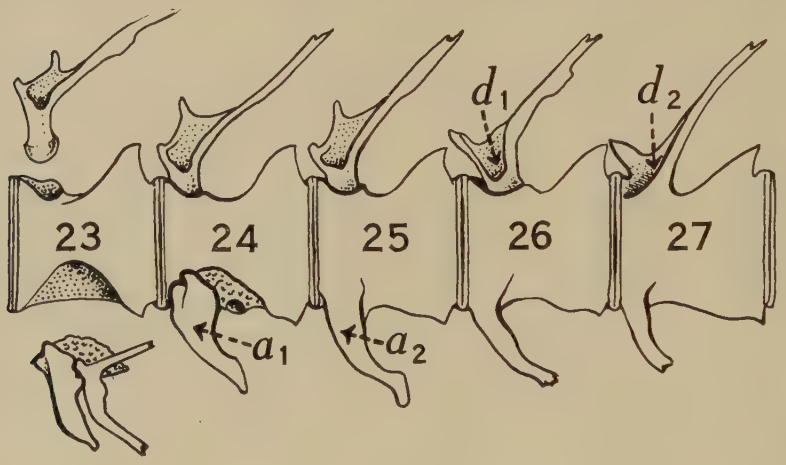


Fig. 1.

through the medium of a distinct "ball-and-socket" joint, whereas posteriorly the process is definitely fused to the vertebra. Thus, each skeleton exhibits an abrupt change in vertebral character along the dorsal surface at about the region of the 26th vertebra. In Fig. 1, this change is illustrated as occurring between vertebrae 26 and 27, the former of which has a jointed dorsal spine d_1, and the latter a fused spine d_2. Prior to about the 50th vertebra the dorsal process arises from the front end of the vertebra, but in the remaining five or six vertebrae there is a gradual shifting backwards of this origin until in the last vertebra the process arises from the hind end (see Fig. 2).

The ventral vertebral processes also undergo interesting changes. About the level of the 23rd vertebra there is a change from a ventral process which is separate from the vertebra itself, to one which is fused with the vertebra. In Fig. 1, this change takes place between the 24th and 25th vertebrae. The process a_1 is securely attached to an irregular bony mass which can easily be dissected from a depression in the vertebra, whereas process a_2 is firmly and directly fused with the vertebra. Towards the tail end, at about the 50th vertebra there is another marked change in the character of the ventral process. In Fig. 2, the process a, belonging to the 50th vertebra, is seen to have

a single origin at the front end of the vertebra, but in the remaining vertebrae, the ventral processes are more rigidly secured to the vertebrae by cross-ties (1 to 5 in Fig. 2). For convenience this reinforced section of the vertebral column will hereafter be referred to as the "tail" section. Although there is never any difficulty in determining the number of vertebrae in the "tail" section as thus defined, it should here be added that the vertebra immediately preceding the first of the "tail" (i. e. the one corresponding to vertebra 50 in Fig. 2)

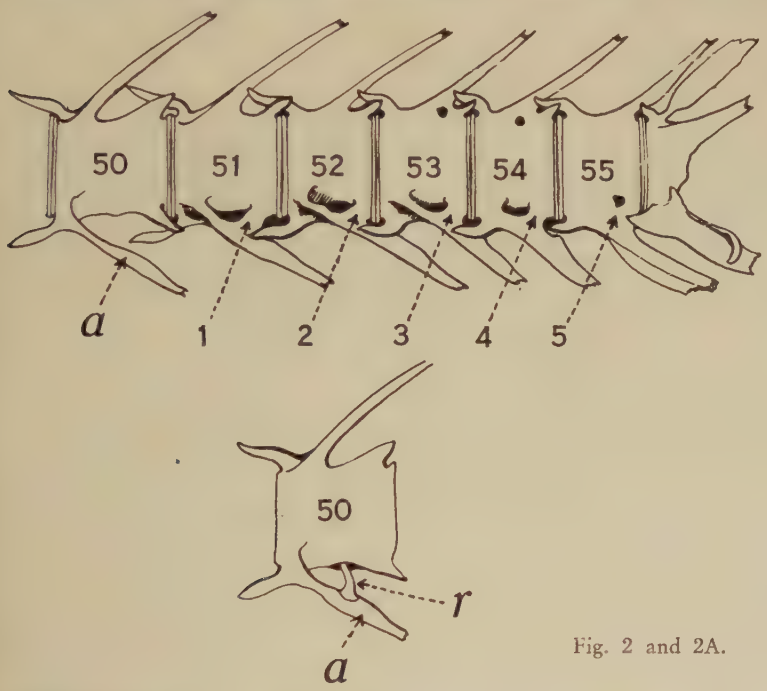


Fig. 2 and 2A.

sometimes exhibits a cylindrical, rod-like strut which passes obliquely from the ventral process to the body of the vertebra in somewhat the same position as the cross-ties of the "tail" vertebrae. This condition is shown in Fig. 2A, but since it is not a regularly occurring feature in the material examined, the vertebra concerned has not been included in the "tail" section.

Having seen that the vertebral column can be split up into morphologically distinct sections, it is now of interest to determine more precisely what is the difference between a fish which has, say, 55 vertebrae, and another with 56, or between one which has 56 vertebrae and another with 57. In each case there is a difference in total of one whole vertebra, but in what section of the vertebral column does this difference arise? Table 1 shows how the number of vertebrae in the "tail" section alters with the total number of vertebrae: —

Table I.

Total Number of Skeletons examined	Total Number of Vertebrae between Skull and Urostyle	Number of Vertebrae in "Tail" 4	5	6	7	8	Average
6	54	-	5	1	-	-	(5.2)
216	55	2	137	76	1	-	5.4
722	56	1	272	422	27	-	5.7
126	57	-	20	90	15	1	6.0
1	58	-	-	1	-	-	(6.0)
1071		3	434	590	43	1	5.6

It is seen that an increase of one whole vertebra from a total of 55 to a total of 56, or from a total of 56 to one of 57, results in an average increase of 0.3 in the number of "tail" vertebrae. The magnitude of this increase is larger than one might have expected, seeing that the "tail" vertebrae number only from 4 to 8 out of a total of 54 to 58. Had the additional vertebra been evenly distributed, then, in increasing the total from 55 to 56, there would have been an increase of only $5.4 : 55 = 0.1$ vertebra, instead of 0.3. Similarly, an increase in total from 55 to 57 would have given an increase in the "tail" of $2 \times 5.4 : 55 = 0.2$, instead of 0.6 vertebra. The observed data suggest, therefore, that *skeletons with a larger total number of vertebrae have a disproportionately larger number of "tail" vertebrae.*

This disproportionate increase in the "tail" is also made manifest by considering the corresponding change in number of vertebrae *outside* the "tail". We will deal first with the section of the column between the skull and the first vertebrae to have a fused ventral process — that is, from the skull up to and inclusive of the vertebra corresponding with vert. 24 in Fig. 1. The relevant data are given in Table II: —

Table II.

Total Number of Skeletons examined	Total Number of Vertebrae between Skull and Urostyle	Number of Vertebrae between Skull and First Vertebra with Fused Ventral Process 21	22	23	24	25	Average
109	55	1	23	71	14	-	22.9
329	56	-	37	180	106	6	23.25
49	57	-	2	18	27	2	23.6

Here the averages show that an increase of 1 in the total number of vertebrae results in an average increase of about 0.3 in the number of vertebrae in the particular section of the vertebral column under consideration. This increase is thus little or no greater than that made by the "tail" section, despite the fact that from 21 to 25 vertebrae are concerned instead of from 4 to 8. Another section of the vertebral column which may be considered is that between the skull and the

first vertebra to have a fused *dorsal* process — i. e., the section from the skull up to and inclusive of the vertebra equivalent to vertebra 26 in Fig. 1. Data are given in Table III: —

Table III.

Total Number of Skeletons examined	Total Number of Vertebrae between Skull and Urostyle	Number of Vertebrae from Skull up to and inclusive of Vertebra equivalent to Vertebra 26 in Fig. 1.					
		24	25	26	27	28	Average
109	55	3	29	58	17	2	25.9
329	56	3	33	184	94	15	26.25
49	57	-	2	17	27	3	26.6

Here, also, an increase of 1 in the total number of vertebrae has resulted in an average increase of approximately 0.3 in the number of the vertebrae forming the section under discussion — this time distributed over 24 to 28 vertebrae.

Putting together the results given in Tables I, II and III, the difference between skeletons having 55 vertebrae and those with 56 may be summarized as follows: —

	Total No. of Vert. between Skull and Urostyle	Average No. of Vert. in "Tail" Section	Average No. of Vert. between Skull and "Tail"	Average No. of Vert. between Skull and first Vert. with fused ventral process	Average No. of Vert. between Skull and first Vert. with fused dorsal process
	55	5.4	49.6	22.9	25.9
	56	5.7	50.3	23.25	26.25
Diff:	1	0.3	0.7	0.35	0.35

These results are shown diagrammatically in Fig. 3. Along the horizontal base As, a vertebral column having a total of 55 vertebrae is drawn and then marked off into sections at points p, q and r according to the averages given above. Perpendiculars are erected at points p, q, r and s, and a length sE is marked off as an arbitrary unit in the vertical direction. Points A and E are then connected by a straight line, cutting the perpendiculars from p, q and r at B, C and D respectively. Since sE is taken to represent 1 vertebra, As + sE will represent 55 + 1 = 56 vertebrae. That is to say, sE represents the difference between a total of 55 and one of 56. Now if in raising the total from 55 to 56, each section of the vertebral column increased proportionately, the lengths pB, qC and rD would represent the sectional differences corresponding with the total difference sE. The observed differences, however, are indicated by pB′, qC′ and rD′, and it is seen that these all fall short of the proportionate values. The path of the line AB′C′D′E rises fairly uniformly between A and D′, but it takes a steep upward turn at D′. Here in graphic form, then, it is shown that the "tail" section of a skeleton with 56 vertebrae is

proportionately longer (i.e., it contains more vertebrae) than the "tail" section of a skeleton with 55 vertebrae. The significance of this observation is considered in the discussion on page 221.

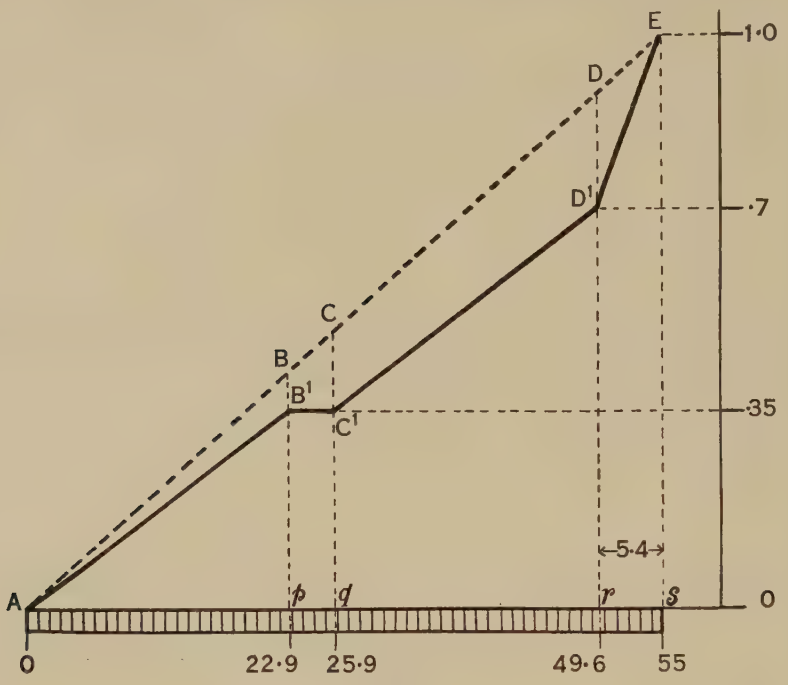


Fig. 3.

Skeletons with Accessory Processes but "Normal" Centra.

As already stated, a total of 233 skeletons were kept apart because they showed accessory processes on the two vertebrae immediately preceding the urostyle, although the centrum of each of these vertebrae was of normal size and appearance. It was found that these skeletons could be separated into the following three classes: —

Class I.

The dorsal process of the vertebrae immediately preceding the urostyle shows some form of duplication. There may be an additional hook, as in Fig. 4 A, or in the extreme case the duplication may be complete, as in Fig. 4 B. Skeletons of this class show variation between these two extremes, and may occasionally also show duplication of the ventral process to the same vertebra.

Class 2.

In skeletons of this class, there is an extra dorsal process situated between the dorsal processes of the two vertebrae immediately preceding the urostyle. This extra process, although it mainly rests

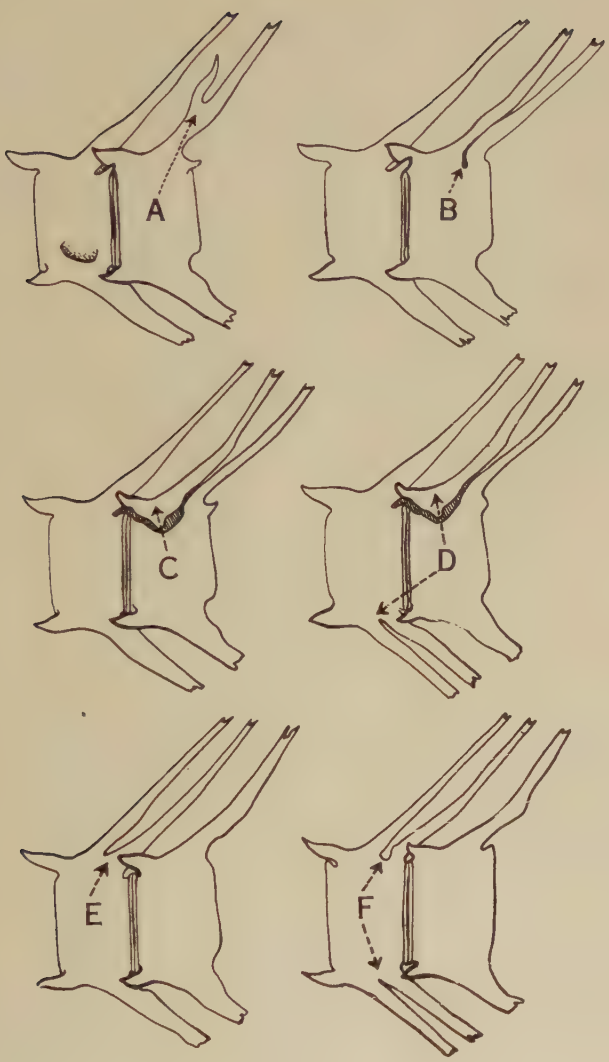


Fig. 4.

upon the body of the last vertebra, is separated from it by a deep cleft. (See Fig. 4 C). Not infrequently there is duplication of the ventral process belonging not to the last vertebra, but the last but one. (See Fig. 4D).

Class 3.

The dorsal process of the vertebrae next but one to the urostyle shows duplication, as in Fig. 4E. Occasionally the ventral process of this vertebra is also duplicated. (See Fig. 4F).

Table IV.

Origin of Sample	Date	No. of "Normal" Skeletons	No. of Skeletons with Duplicate Processes to "Tail" Vert	No. of Skeletons with Fused Vertebral Elements	Total
Smith's Knoll	Nov. 1932	76	19 (19 %)	5	100
Brighton	Nov. 1932	80	13 (13 %)	5	98
Teignmouth	Oct. 1932	97	15 (13 %)	7	119
Plymouth	Oct. 1932	84	15 (15 %)	1	100
Plymouth	Nov. 1932	82	13 (13 %)	4	99
Plymouth	Nov. 1932	79	18 (18 %)	3	100
Plymouth	Dec. 1932	81	14 (14 %)	5	100
Plymouth	Dec. 1932	77	18 (18 %)	5	100
Plymouth	Jan. 1933	64	18 (21 %)	3	85
Mevagissey	Nov. 1932	36	12 (24 %)	2	50
St. Ives	Nov. 1932	75	23 (23 %)	2	100
St. Ives	Dec. 1932	88	19 (17 %)	4	111
Port Isaac	Nov. 1932	74	21 (21 %)	5	100
Norway	Mar. 1933	78	15 (16 %)	1	94

The total of 233 skeletons grouped themselves thus: —

Class 1	Class 2	Class 3	
142	65	26	Total = 233.

In an instructive communication to this Journal (Journal du Conseil, Vol. VII. No. 3, p. 373) K ä n d l e r shows that the total number of vertebrae in herrings exhibiting abnormalities of the kind under discussion is appreciably lower than that for "normal" individuals. The following comparison between "normal" and "abnormal" skeletons among the Plymouth material gives a similar result: —

	Number of Skeletons having following Number of Vertebrae between Skull and Urostyle:-						
	54	55	56	57	58	Total	Average
"Normal" skeletons	6	216	722	126	1	1071	55.91
"Abnormal" —	8	104	113	8	-	233	55.52
						Difference	0.39

If the number of "tail" vertebrae is considered, it is found that the difference between "abnormal" and "normal" skeletons is still very evident: —

	Number of "Tail" Vertebrae						
	4	5	6	7	8	Total	Average
"Normal" skeletons	3	434	590	43	1	1071	5.63
"Abnormal" —	4	194	34	1	-	233	5.14
						Difference	0.49

On the other hand, if comparison is made between the respective numbers of vertebrae *exclusive* of the "tail" section, then the discrepancy between "abnormal" and "normal" is much less marked: —

	Number of Vertebrae exclusive of "Tail" Section						
	48	49	50	51	52	Total	Average
"Normal" skeletons	2	109	574	364	22	1071	50·28
"Abnormal" —	1	15	121	91	5	233	50·38
					Difference		0·10

Table V.

Comparison between "Normal" Skeletons and "Abnormal" Skeletons with Duplicate Processes in last two Vertebrae of "Tail" Section.

Origin of Sample	Date		Number of Skeletons with following Total Number of Vertebrae: —					Total
			54	55	56	57	58	
Smith's Knoll	Nov. 1932	Normal	—	17	54	5	—	76
		Abnormal	—	8	10	1	—	19
Brighton	Nov. 1932	Normal	1	14	54	10	1	80
		Abnormal	—	6	7	—	—	13
Teignmouth	Oct. 1932	Normal	—	19	60	18	—	97
		Abnormal	—	8	7	—	—	15
Plymouth	Oct. 1932	Normal	—	18	60	6	—	84
		Abnormal	2	6	7	—	—	15
Plymouth	Nov. 1932	Normal	1	21	52	8	—	82
		Abnormal	1	6	5	1	—	13
Plymouth	Nov. 1932	Normal	—	9	51	19	—	79
		Abnormal	1	8	7	2	—	18
Plymouth	Dec. 1932	Normal	2	20	47	12	—	81
		Abnormal	—	8	6	—	—	14
Plymouth	Dec. 1932	Normal	—	16	55	6	—	77
		Abnormal	—	13	4	1	—	18
Plymouth	Jan. 1933	Normal	—	10	49	5	—	64
		Abnormal	—	9	9	—	—	18
Mevagissey	Nov. 1932	Normal	—	13	21	2	—	36
		Abnormal	—	3	9	—	—	12
St. Ives	Nov. 1932	Normal	—	18	51	6	—	75
		Abnormal	1	11	11	—	—	23
St. Ives	Dec. 1932	Normal	—	15	61	12	—	88
		Abnormal	2	8	9	—	—	19
Port Isaac	Nov. 1932	Normal	2	18	48	6	—	74
		Abnormal	1	8	10	2	—	21
Norway	Mar. 1933	Normal	—	8	59	11	—	78
		Abnormal	—	2	12	1	—	15
TOTALS		Normal	6	216	722	126	1	1071
		Abnormal	8	104	113	8	—	233
PERCENTAGES		Normal	0.6	20.2	67.4	11.8	0.1	100.1
		Abnormal	3.4	44.6	48.5	3.4	—	99.9

It is clear, therefore, that the depression of the total number of vertebrae in the "abnormal" skeletons is almost wholly the result of the reduction in number of "tail" vertebrae. One's first thought is that, in an "abnormal" skeleton, the vertebra which bears an accessory process ought really to be counted as 2 instead of 1 in estimating the total number of vertebrae. If this were so, the average number of vertebrae for the "abnormal" skeletons should be (55.52 + 1) = 56.52. Similarly, the number in the "tail" section should be (5.14 + 1) = 6.14. But this, if anything, increases the discrepancy between the "abnormal" and "normal" skeletons. Curiously enough, the actual discrepancy is much nearer 0.5 than 1.0 — a fact which at once recalls Schmidt's experience with "abnormal" vertebrae in *Salmo trutta* [1]). By counting the abnormal vertebrae as $1^1/_2$ instead of 1, Schmidt was able to bring up the average total number of vertebrae to its "normal" value. If this is done in the present instance, we arrive at an average total of (55.52 + 0.5) = 56.02, as compared with the "normal" average of 55.91, thus reducing the discrepancy from —0.39 to +0.11. But we must also "correct" the average number of vertebrae in the "tail" section by adding 0.5 to the "uncorrected" value of 5.14, thus arriving at the new average of 5.64. This is almost identical with the observed average of 5.63 for the "normal" skeletons.

Skeletons with "Fused" Vertebral Elements.

The 52 skeletons included under this head each exhibit one or more vertebral elements representing fusion of adjacent vertebrae. In an earlier paper[2]) a description or fusions of this kind was given, and it was shown that if the recognisable components of each fusion are counted as separate vertebrae, the total number in the abnormal skeleton is restored to its normal value. There is little to add to the information given in the paper referred to, save to note that 23 out of the present 52 specimens show duplication of vertebral processes on one or other of the two vertebrae immediately preceding the urostyle.

Discussion.

The foregoing results demonstrate that the "number of vertebrae", as commonly used in herring investigations, is a character of considerable interest. We may first think of it as a *number* which expresses how many separate vertebrae there are between the skull and the urostyle[3]). In practice we count what we judge to be

---

[1]) Johs. Schmidt: "Racial Investigations, VIII. The Numerical Signification of Fused Vertebrae". C. R. d. Trav. Carlsberg. XIV, Nr. 16, 1921.

[2]) E. Ford and H. O. Bull. "Abnormal Vertebrae in Herrings". Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. XIV, No. 2. 1926.

[3]) I am aware that many workers elect to include the urostyle in the "number of vertebrae", giving it the value of 1 when counting. Personally I see no reason

individual vertebrae, and arrive at a total, but, as we have seen, we must be careful to distinguish between "normal" and "abnormal" individuals if our counts are to be as comparable as we can make them. It has to be admitted that in the past it has not been the custom either to keep apart from the rest those individuals which show duplication of vertebral processes in the two vertebrae immediately preceding the urostyle, or to "rectify" the counts so as to make them comparable with "normal" values. Fortunately, it seems fair to conclude that this omission does not invalidate the main conclusions drawn from the observations made, seeing that the proportionate number of individuals with duplicate processes remains fairly steady from sample to sample (cf. data given in Table IV on p. 218). Nevertheless, there are conceivable circumstances under which this source of "error" in the "number of vertebrae" would need to be taken into account.

In the second place, it is clear that the "number of vertebrae" is a limited description of a vertebral series, since it merely informs us of the total number of vertebrae between the skull and the urostyle, without also indicating how that total is made up. Thus, it does not tell us how many vertebrae there are in the "tail" section, or how many vertebrae have dorsal processes with "ball-and-socket" attachment. We have only to refer to Tables I and II to see that a total of 55 vertebrae, for example, may include from 4 to 7 "tail" vertebrae, and from 21 to 24 vertebrae with "ball-and-socket" dorsal processes.

Thirdly, it is certain that the "number of vertebrae" is a variable character, whether considered purely as a number, or as the summation of a series of structurally different vertebrae. Perhaps the most striking fact about this variation is that it is so largely localised in the comparatively short "tail" section of the vertebral column. Thus, in the "abnormal" skeletons the departure from normality occurs most frequently in the "tail", particularly in the two vertebrae immediately preceding the urostyle, while among the "normal" skeletons the difference in "number of vertebrae" is almost wholly a difference in the number of "tail" vertebrae. As yet we know little or nothing concerning the primal causes of variation, so that it is impossible to explain this marked localisation. We can only speculate. On the one hand, we may conceive that the behaviour of the larva during development may be a factor in deciding what the total number of vertebrae shall be, and how many of them shall form the "tail" section. On the other hand, we may lean to the view that both the total number of vertebrae and the number in the "tail" are inherited characters, and that variations of the kind described can be explained in accordance with this view. But as the present investigations can

for doing this other than to secure uniformity of method. It adds nothing to the accuracy of the count, since the urostyle certainly represents more than one vertebrae. Why add to the labour of counting when there is no possible advantage in so doing? In the present instance it is definitely more convenient to *exclude* the urostyle.

throw no light on these fundamental problems, this is not the time to discuss them.

In conclusion, it is hardly necessary to say that the nature and variation of the "number of vertebrae" is such that particular caution is essential in interpreting the results of comparisons between samples of herrings. We have to remember, not only that the "number of vertebrae" is a statistical estimate of the corresponding character of the population sampled, and therefore subject to "errors of sampling", but also that the *population character* itself is one of considerable complexity.

Plaice Marking Experiments

in

Shetland Waters

1923—1931 (inclusive).

By

Alexander Bowman.

If species with pelagic eggs and larvae are to maintain their position within a region it is obvious that the older fish must undertake at some time active and compensatory movements in the direction opposite to that in which the pelagic stages are carried passively from the spawning grounds by the prevailing currents.

The question of the exact relationship between the directions of movement of adolescent and adult fish and the strength and direction of the prevailing current systems has been the object of numerous investigations in Scottish waters. Much information regarding the movements of fish may be obtained from marking experiments and as early as 1893 Fulton (1) began such investigations with plaice (*Pleuronectes platessa)* — a hardy species admirably suited for this method of experiment.

In Fulton's early and subsequent plaice marking experiments the majority of the liberations were effected at various positions on the East Coast of Scotland within the 50 fathom contour line of depth in the area lying between Fair Isle in the north and the Firth of Forth in the south. In his latest report Fulton (2) summarised his analysis of the movements of "spawning fish" as follows: —

"The experiments show that the great majority of spawning plaice move northward and westward against the prevailing current. It is evident, however, that this habit, in the case of the plaice, is not without exception for a few of the spawning plaice were found to the south of the locality where they were liberated. A striking feature of the experiments is the large number of adult plaice which pass from the Firth of Forth area northwards into the Moray Firth and there spawn. In several cases the fish which were marked in the Firth of Forth or off the Isle of May in the late months of the year

were recaptured in a spawning or ripe condition in the Moray Firth, having in the interval made a rapid journey between the two firths. On the other hand there are some instances which show that adult plaice may remain a long time in the locality in which they were liberated and spawn there; this seems to be true more particularly of the very large fish. It is evident, therefore, that while there is a general migration for spawning purposes of the plaice in the contrary direction to the current, it cannot be said that this habit is a rigid one."

In these earlier experiments no liberations of marked plaice were effected in Shetland waters and it is the purpose of the present communication to amplify these earlier results by the analysis of the records of movements of adult plaice as ascertained from a series of post-war liberation experiments in the latter area.

The physical conditions surrounding the Shetland Islands play an important part in the biology of the plaice population in that area. Round the coast the sea floor shelves very rapidly seawards; depths of 20 and 30 fathoms occur close to the shore line and at many parts of the coast depths of more than fifty fathoms occur within the territorial zone. The fifty-fathom contour line of depth extends further seaward in the neighbourhood of Balta, of St. Magnus Bay, and of Foula. A narrow ridge of only a few miles in breadth at the broadest part where depths of over 40 but under 50 fathoms occur connects the Shetland plateau with the north of Orkney and consequently with the mainland.

Plaice are rarely found in depths of more than fifty fathoms although in areas such as Shetland where the gradient of the sea floor is steep a few large individuals may sometimes be caught in slightly deeper water. The rapidly shelving nature of the sea floor all around Shetland provides at all seasons of the year bathymetric conditions suitable for all sizes of plaice within a narrow zone surrounding the islands. Since the adolescent plaice are restricted in their distribution to comparatively shallow depths the deep water which encircles the islands is an effective barrier to their passage to and from the area. There is no exchange of adolescent stocks between Shetland and the mainland. The depth of water on the narrow ridge between the south of Shetland and the north of Orkney is, however, no barrier to the passage of larger (and older) fish.

The prevailing water movements are clockwise round the islands and during the spawning and hatching season pelagic organisms such as plaice eggs and larvae tend to be carried northwards along the west coast and southwards along the east coast. When the young plaice first take to a bottom habitat conditions such as are found on the shallow sandy margins of the shore are essential for further development and growth. Most of the Shetland coast is rocky and precipitous and shallow sandy grounds are few and of comparatively small extent. Even when hydrographic conditions are favourable to the survival of the larvae through the

pelagic phase a very large proportion of the fry when they are ready to assume the demersal habit will find themselves in unfavourable positions for further development and growth owing to the inhospitable nature of the greater part of the Shetland coast. The recruitment of the demersal population of plaice in Shetland waters is at all times precarious and even in the most favourable years must be small. While the extent of ground on the Shetland plateau on which it is possible to operate a trawl or seine net without risk of very considerable damage to gear is limited, the experiments carried out in postwar years at various localities round the coast provide sufficiently representative material for an analysis of the conditions. For the present purpose it is unnecessary to enter into a detailed description and examination of individual experiments.

Every opportunity has been taken during the periodic visits of the research vessel "Explorer" to liberate marked individuals at various localities round the islands. During the period 1923—1931 (incl.) a total of 2457 marked plaice has been liberated. The great majority (2067 or 84 %) were, however, immature individuals taken from the East Coast of Scotland and liberated in approximately the same depths in Shetland waters as those in which they were originally caught. The remainder were fish caught within the area and liberated as marked fish at the positions of capture. The latter were practically all adult fish at liberation.

The transplanted fish found conditions in the shallow water to which they had been transferred particularly favourable for growth. They settled down readily and grew much faster than the marked fish which were left in St. Andrews Bay as a "control" experiment. The most important feature of these transplantation experiments is that the transplanted fish, once they had settled down in their new environment, acquired the growth rate of the "indigenous" population. None was caught beyond the liberation centres before they had attained maturing or adult sizes. They behaved as stationary fish during their periods of immaturity. Objection to the use of these transplanted fish for the study of the migratory movements of the maturing and adult fish of the indigenous population cannot therefore be sustained.

Five hundred and fifty-six fish, or approximately 23 % of the total number liberated, have been recaptured up to 31st December 1932 and of these 450 may be assigned to the category "non-migrant", while 99 were migrants. The positions of recapture of the remainder are not known or doubtful and these have therefore been omitted.

For convenience of description of the movements of the marked fish the experiments may be grouped round eight centres of liberation. These are indicated by the letters A to H on the accompanying chart. The positions are representative of the conditions all round the islands.

Records of positions of recapture of marked specimens are to be regarded as the closest approximations possible under the conditions

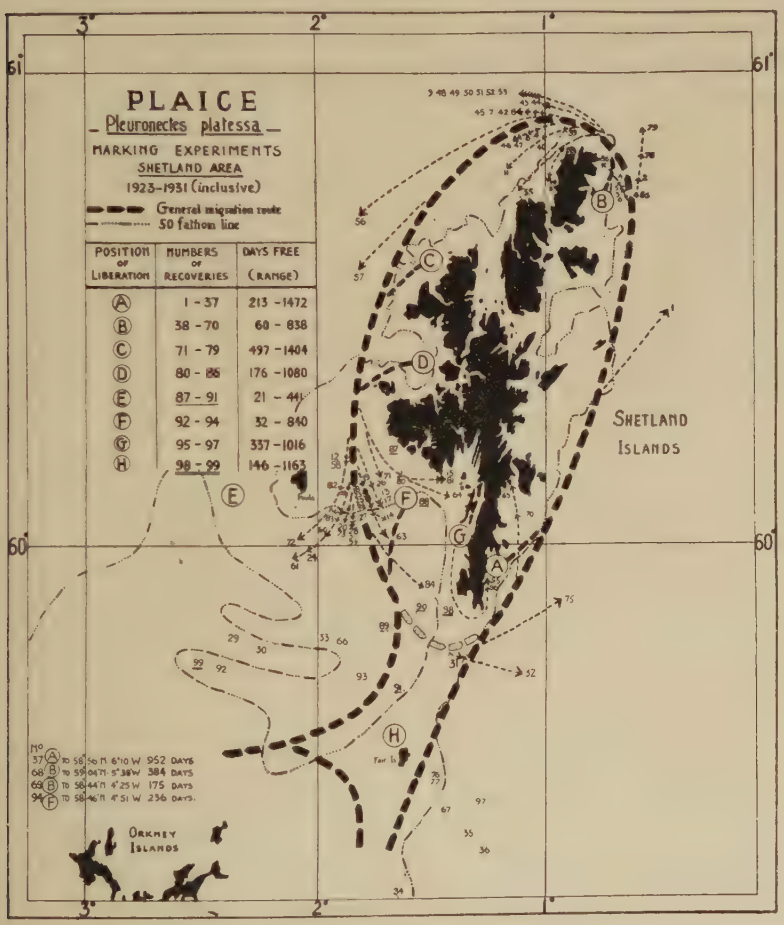
of the experiment. Having regard to the nature of the data the very high percentage (approximately eighty per cent.) of the recoveries, many after extended periods of freedom, at or near the place of liberation, is proof that the information received from the fishermen as to the places of recapture, is very reliable. The following arbitrary standard of classification is adopted for simplification of treatment of the data. Fish which have been recaptured within comparatively short distances of the places of liberation are regarded as stationary or non-migrant individuals. Whether any of these immigrated into the areas of liberation prior to the dates of the experiments cannot, of course, be definitely ascertained. No doubt some were taken near to the *loci* of liberations simply because their periods of freedom were too short to enable them to move far. It may be presumed, however, that, even in the case of a species undertaking no extended migrations, individuals liberated together will tend to scatter over a wider area, especially if conditions are more or less uniform. There are also seasonal offshore and inshore movements. The adoption of a comparatively wide limit will tend to exclude many of these from the migrant group. On the other hand many of the so-called stationary individuals were free for long periods, and as these included adult fish it may be presumed that conditions obtaining within the areas of liberation during the periods of freedom were more or less congenial both for feeding and spawning.

The non-migrants, or those fish which were recaptured within short range of the localities of liberation showing no signs of "directional" movement may be dismissed briefly. The majority were liberated as immature fish and were still in that condition on recapture. The remainder were liberated either as immature or adult fish and were recaptured later either in a spawning or spent condition in the vicinity of the localities in which they were liberated. Each centre of liberation contributes a quota to this group and the positions of recapture and the periods of freedom indicate that many of the adult stock all round the coast find conditions congenial for spawning in the vicinities in which they had passed their adolescent life.

There are ninety-nine cases of individuals which were recaptured at considerable distances from their centres of liberation. Their positions of recapture with reference to the centres of liberation are indicated by the appropriate numbers on the accompanying chart.

Consideration of the position of liberation and recapture of these migrants shows that the movement is a "directional" one. The fact that twelve of the migrants from centre A and eighteen from B were recaptured to the north of these liberation positions (at Balta and Flugga) definitely establishes the direction of migration on the east coast of Shetland as a northerly one. It is therefore not unreasonable to assume that the twenty-four individuals from these two liberation centres recaptured on the west coast (Foula grounds) traversed the same route as far as Flugga (the most northerly point of Shetland) and rounding the islands, turned southwards along the west coast.

The recapture of two migrants (Nos. 56, 57) from B in the vicinity of C and the recovery of four migrants (Nos. 71, 72, 73, 74) from the latter station and of five (Nos. 80, 81, 82, 83, 84) from D in the area between the island of Foula and the mainland of Shetland are



further links in the chain of evidence. Additional evidence as to the direction of migration is furnished by consideration of the periods of freedom of the recaptures from the various liberation centres, the periods of freedom being longer in general the greater the distances travelled by the migrants along this route.

The main migratory path of adult fish is therefore northwards along the east coast and southwards along the west coast, fish coming to the west from the east coast via the north of Shetland. The movement is counter-clockwise round the islands or in the direction contrary to that of the prevailing movement of the water masses in

the area. Migratory fish may or may not accomplish the encircling movement in one migratory season.

Adult fish in the Foula Bank area may remain in the vicinity to spawn or they may continue their contranatant movements. The captures of seven migrants (Nos. 29, 30, 33, 66, 92, 93 and 99) some distance in a south-westerly direction and of four migrants (Nos. 37, 38, 69, 94) on the plateau north of Scotland (at North Rona, Whiten Head, and Cape Wrath respectively) much further afield in the same direction are in conformity with a contranatant migration. The actual route or routes taken by these migrants is not ascertainable, but on the assumption that even the adult plaice prefer depths of less than fifty fathoms some may have entered the Fair Isle grounds before taking their departure.

In the Fair Isle area the current systems are of a complex nature and hydrographic conditions are subject to considerable and rapid variations. The subsequent movements of adult fish reaching the "debatable" ground appear to be conditioned by the current systems prevailing there at the time of their entry. Some migrants moving southwards along the west coast (Nos. 34, 35, 36, 67, 76, 77, 91, 93) to this area remain to spawn, being joined by "contranatant" spawners from the East Orkney and Moray Firth grounds. Others entering the area may continue their contranatant movement. Normally they have a choice of two directions. They may come within the influence of the south-coming stream from the east of Shetland (Nos. 31, 32, 65, 70, 75, 85, 86, 95, 96) and join in the encircling movement of the islands or they may enter that branch of the stream moving north-eastwards across the north of Scotland plateau which penetrates the North Sea between Orkney and Fair Isle. Earlier marking experiments have shown that adult plaice may leave the North Sea for the north of Scotland grounds by this gateway.

Pre-war marking experiments have indicated that maturing plaice from the Fair Isle grounds may occasionally seek the Moray Firth area at spawning time. This feature would suggest, at first sight, that the contranatant habit of movement of maturing plaice is not without exception, but recent drift bottle experiments ([3]) have demonstrated that in some years under certain conditions a narrow stream releasing the congested waters of the inner reaches of the Moray Firth runs in a north-easterly direction along and off the eastern shores of Caithness and Orkney, its influence reaching to the Fair Isle grounds and even sometimes to Shetland. In the particular years when this current system is in operation plaice reaching the Fair Isle grounds from the west side of Shetland may continue their "contranatant" migrations as far as the spawning grounds of the Moray Firth. In the present series of experiments no migrating plaice are included in this category.

A study of the periods of freedom of the migrants shows that the migratory impulse is most intensive just prior to and during the early part of the spawning season. The majority of those which had

travelled considerable distances in short periods of freedom was liberated as adults in the autumn months and recaptured in a spawning or spent condition. The movement is one preparatory to spawning, the urge coming from the developing reproductive organs.

While adult plaice may find conditions congenial for spawning all round Shetland in the vicinities in which they had passed adolescent life the route of those adults which migrate considerable distances preparatory to spawning is one encircling the islands so that the majority of the home-reared plaice remain in the area to spawn.

References.

1. Fulton, T. W.: An Experimental Investigation on the Migration and Rate of Growth of the Food Fishes. *11th Ann. Rept. of the Fishery Board for Scotland, 1893 (page 176).*
2. Fulton, T. W.: Report on the Marking Experiments on Plaice made by the S. S. "Goldseeker" in the years 1910—13. *Fisheries, Scotland, Sci. Invest., 1919, No. 1.*
3. Tait, J. B.: The Surface Water Drift in the Northern and Middle Areas of the North Sea and in the Faroe-Shetland Channel. *Fisheries, Scotland, Sci. Invest., 1930, No. IV.*

Über einige zur Bestimmung der Grösse des Fischbestandes eines Gewässers benötigten Daten.

Von

S. Awerinzew,

Moskau.

IN seinem in den Rapp. et Proc. Verb. Vol. LXXX veröffentlichten Aufsatze bespricht Erich Fischer das Problem wie weit der Fang geschlechtsunreifer Fische die Grösse des Fanges ausgewachsener Fische — m.a.W. die Grösse des Bestandes der gegebenen Form (der Vorräte derselben) — beeinflusst. Um den möglichen Vernichtungs-Prozentsatz der Eier, Larven und Jungfische, bei dem keine Störung der normalen Zahl der Exemplare eintritt, zu ermitteln, benutzt er unter anderem den Vernichtungsquotienten, den er nach Bremers Formel (Zeitschr. f. ang. Entom. 1928) 100 q = 100 (a—b) ausrechnet (wo *a* die durchschnittliche Eizahl und *b* den Anteil der Eltern am Gesamtbestand der zur Fortpflanzung gelangenden Tiere darstellt).

Gebraucht man diese Formel, so muss man unumwunden mit E. Fischer schliessen, dass für die Mehrzahl der Fische der Vernichtungsquotient äusserst hoch steht (z. B. 99.999 % für *Pleuron. platessa)*, anders gesagt, dass es zur Aufrechterhaltung der Individuenzahl innerhalb der üblichen Norm genügt, wenn von Hunderttausend, ja sogar von Millionen Eiern nur 1—2 Eier sich zu geschlechtsreifen Individuen entwickeln.

Meines Erachtens liegt keine Notwendigkeit vor, zur Berechnung des Vernichtungsquotienten zu greifen, da es augenscheinlich ist, dass die ganze Nachkommenschaft mit Ausnahme des besagten Paares vernichtet werden kann, wenn es nur auf die Erhaltung eines Individuenpaares ankommt. Die Formel verleiht dieser Auseinandersetzung nur eine mathematische Form, die besonders für Entomologen bei Besprechung einiger praktischer Massnahmen bequem ist. Statt derartiger völlig selbstverständlicher Erörterungen ist m.E. die Kenntnis der Gesetzmässigkeiten der Vernichtungsbiologie verschiedenartiger Fische

sowie der Bedingungen, die dabei diese oder jene Rolle spielen, viel wichtiger. Wir müssen wissen, wie gross die Vernichtung der Jungfische in verschiedenem Alter ist und wie gross die Vernichtung ausgewachsener Exemplare ist; ferner müssen auch die Ursachen dieser Vernichtung ermittelt werden und schliesslich muss festgestellt werden, welcher Einfluss in diesem und jenem Falle den Fängen zukommt.

Es ist bereits seit langem bekannt, dass die Zunahme der Individuenpotentiale in geometrischer Progression stattfindet. Die Anzahl der Individuen hängt nicht allein von der Zahl der Eier ab, sondern auch davon, in welchem Alter die Individuen dieser oder jener Art geschlechtsreif werden und nach Verlauf welcher Zeit bei ihnen Eiablage stattfindet.

Diesbezügliche Berechnungen sind von S. A. Sewertzoff (in einigen russisch abgefassten Aufsätzen, die sich auf die Vermehrungsbiologie von Säugern und Vögeln beziehen) ausgeführt worden. Dieser Forscher hat gezeigt, dass die im einjährigen Alter zur Vermehrung schreitende Art beispielsweise nach 7 Jahren eine bestimmte Anzahl geschlechtsreifer Individuen haben wird, während eine andere Art, die sich erst mit drei Jahren vermehrt, bei gleicher Ausgangszahl der Jungen erst nach 13 Jahren ebenso zahlreich sein wird.

Diese Eigentümlichkeit habe ich unabhängig von Sewertzoff in meinen Untersuchungen der Salmoniden Familie, im speziellen der *Coregonidae* aus dem Unterlaufe des Lena Flusses (Arbeiten der Jakuter Fischereiwirtschaftlichen Station, Lief. 2. 1932—1933) bei meiner Beurteilung der 'Grösse der Bestände gewisser Fischarten und der Geschwindigkeit der Wiederherstellung derselben vermerkt. Dabei stellte es sich heraus, dass ein und dieselbe Art z.B. *Coregonus autumnalis* aus dem Unterlaufe des Flusses Petschora (Nordeuropa) einerseits und aus dem Unterlaufe des Flusses Lena (Nordasien) andererseits bei Weitem nicht im gleichen Alter geschlechtsreif wird. Im Unterlauf der Lena werden die Männchen dieser Art in ihrem zehnten Lebensjahre (und auch noch nicht alle) geschlechtsreif, die Weibchen im elften Lebensjahre. Einige Männchen erreichen Geschlechtsreife im zwölften und es gibt Weibchen, die im dreizehnten, ja vielleicht sogar manchmal im vierzehnten Lebensjahre reif werden. Im Fluss Petschora sind diese Termine um 4 oder 5 Jahre verkürzt. Demnach ist es selbstverständlich, dass nach Verlauf einer und derselben Anzahl Jahre die Grösse des Bestandes von *Coregonus autumnalis,* bei einer und derselben Ausgangszahl der Exemplare, in diesen zwei Gewässern von Grund aus verschieden sein muss.

Da die Temperatur und andere Umweltsbedingungen im Lena-Delta viel rauher sind als im Delta des Flusses Petschora, so unterliegt es keinem Zweifel, dass ein Zusammenhang zwischen den physikalisch-geographischen Bedingungen und der Grösse des Fischbestandes bestehen muss, der sich nicht nur in einer grösseren oder geringeren Sterblichkeit der Jungfische, sondern auch in einer von der Umwelt ausgeübten Beeinflussung der Vermehrungsprozesse kundgibt. Ich bin aber fest

davon überzeugt, dass zwecks Selbsterhaltung der Art gewisse Reaktionen zukommen, welche den schädlichen Einfluss der Umwelt zu hemmen vermögen.

Während meiner Arbeiten im Lena-Delta habe ich festgestellt, dass bei den Vertretern der Salmoniden Familie die Männchen viel früher zugrunde gehen als die Weibchen. So habe ich bei besagten *C. autumnalis* unter den Männchen nie Exemplare getroffen, die älter als die XVII-Jahresgruppe waren, während unter den Weibchen sogar der XX-Gruppe angehörende Individuen vorkamen. Bei *C. muksun* dagegen erreichten die einen wie die anderen das gleiche Alter. Es unterliegt keinem Zweifel, dass zwei solche Arten, wenn die übrigen Bedingungen auch ganz gleich wären und wenn sie dieselbe Ausgangszahl der Exemplare besässen, doch innerhalb einer und derselben Zeitperiode eine verschiedene Zahl erreichen würden.

Beim Vergleichen der Biologie der der gleichen Art angehörenden Fische aus dem Unterlaufe des Flusses Petschora einerseits und dem des Lena Flusses andererseits habe ich mich vergewissern können, dass die Lebensdauer derselben höchst ungleich sein kann. Im Flusse Lena leben die Fische um 5—6 Jahre länger als im Flusse Petschora. Dies ist leicht erklärlich; denn was wäre aus der Art geworden, wenn sie dieselbe Lebensdauer hätte, wo sie erst im späteren Alter ihre Geschlechtsreife erreicht. Ihr würde das Aussterben drohen. Somit muss irgend ein Zusammenhang bestehen zwischen den physikalisch-geographischen Bedingungen, oder, anders gesagt, den Existenzbedingungen der Organismen, der Zeit des Eintretens ihrer Geschlechtsreife und ihrer Lebensdauer.

Da sich schliesslich alles auf Vermehrung, also auf die Grösse der Nachkommenschaft zurückführen lässt, so muss auch diese mit den erwähnten Faktoren verknüpft sein. Obwohl mir zur Zeit direkte Beweise fehlen, so bin ich dennoch der Meinung, dass sämtliche hier aufgezählten Erscheinungen mit der Aktivität des Menschen, die sich im Fischfang ausdrückt, gewissermassen verknüpft sind. Diese Aktivität besteht nicht allein in der Vernichtung gewisser Mengen geschlechtsreifer Individuen und Jungfische, sondern vermag auch auf direktem oder indirektem Wege bei gewisser Intensität des Fanges Veränderungen in der Vermehrungsbiologie herbeiführen.

Es ist auch noch zu vermerken, dass das Tempo, in welchem die Zahl der Individuen zunimmt, von einem weiteren Faktor abhängt und zwar von der Länge der Zeit, die zwischen zwei Laichperioden verläuft. Hier nimmt wiederum die Zahl der Nachkommenschaft scharf ab, wenn das Laichen nicht alljährlich, sondern (von noch längeren Zeitperioden abgesehen) einmal in zwei Jahren stattfindet.

Dieses Problem ist für Fische gar nicht ausgearbeitet worden. Meine im Unterlaufe des Flusses Lena ausgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Erscheinung wenigstens für einige Fische (so z.B. für *Stenodus leucichthys nelma, Coregonus autumnalis* u.a. Arten) eine unbestreitbare Tatsache darstellt.

Vermutlich wird es sich bei detaillierteren Untersuchungen herausstellen, dass bei denselben Fischarten, die aber aus verschiedenen Regionen stammen, diese Zeitperiode verschieden sein kann. Im engen Zusammenhang damit steht auch sowohl die Lebensdauer der Individuen, wie die Menge des von diesen abgelaichten Rogens.

Durch Obengesagtes wollte ich nur darauf aufmerksam machen, dass wir, wenn wir mit Bremers Vernichtungsquotienten operieren, alle hier aufgezählten Besonderheiten der Vermehrungsbiologie unberücksichtigt lassen, die sicher in der Bestimmung der Grösse des Bestandes dieser oder jener Art eine bedeutende Rolle spielen.

Ferner ist aus Erörtertem deutlich zu ersehen, welche Bedeutung für die Grösse des Fischbestandes nicht allein die biologischen Besonderheiten der Art haben, sondern auch die Besonderheiten des Gewässers, welche letzten ihrerseits die Biologie der Art beeinflussen.

Bei Erforschung der Vermehrungsbiologie der Fische lässt sich leicht auf die Vernichtung der Eier und der Jungfische schliessen. Diese Erscheinung ist unzweifelhaft. In ihr spielen wohl die variierenden äusseren Bedingungen des Gewässers eine bedeutende Rolle.

Zwar verhilft die Bedeutung von Bremers Vernichtungsquotienten zur richtigen Auffassung der quantitativen Seite dieses Vorganges, aber die wirkliche Grösse der Vernichtung, die unzweifelhaft sowohl von den Artbesonderheiten wie auch von den Besonderheiten des Gebietes abhängt, ist für uns bei weitem noch nicht aufgeklärt.

Aber damit ist noch nicht alles gesagt. Die Existenzbedingungen dieser oder jener Art gestalten sich wahrscheinlich in der Weise, dass die Menge der ausgewachsenen Individuen allmählich zunimmt und schliesslich ein gewisses Maximum erreichen kann, welch letztes von einer rasch auftretenden Vernichtung der geschlechtsreifen ausgewachsenen Individuen begleitet wird. Derartige Erscheinungen sind uns aus dem Leben der Insekten und Säuger bekannt. Auch diese Erscheinungen sind mit der Vermehrungsbiologie aufs engste verknüpft, so dass die Zeitperioden einer derartigen maximalen Zunahme der Individuenzahl bei verschiedenen Arten verschieden sind; auch können sie bei einer und derselben aus verschiedenen Gewässern stammenden Fischart verschieden sein.

Daraus ist auf die Insolvenz der Erklärung derartiger rhytmischer Zunahme der Individuenzahl bei verschiedenen Arten durch Einwirkung irgend eines bestimmten Faktors (wie z. B. Sonnenflecke, Mondphasen usw.) zu schliessen.

Hiermit möchte ich auf einige in der Literatur bis jetzt wenig berücksichtigte Probleme hinweisen, ohne deren Erforschung meines Erachtens es unmöglich ist, alles gebührend aufzuklären.

Was die Grösse und Schwankungen der Fischbestände betrifft und zwar: 1) das Alter, in welchem bei verschiedenen Arten und in verschiedenen Gewässern Geschlechtsreife eintritt, 2) die Zeitabschnitte, die zwischen den Laichperioden bei verschiedenen Arten und in verschiedenen Gewässern verlaufen, 3) die Lebensdauer verschiedener

Arten, zusammen mit den übrigen Besonderheiten der Vermehrungsbiologie, 4) die Erforschung der Erscheinung der Massenvermehrung und des Massensterbens verschiedener Fische in verschiedenen Gewässern.

Die Ermittlung sämtlicher hier aufgestellten Fragen wird wohl zur Aufstellung gewisser Gesetzmässigkeiten bezüglich der potentiellen Zunahme der Bestände verhelfen, und dieses wird ermöglichen, eine gewisse mittlere, für die Meistzahl der Arten gemeine, konstante Grösse der Sterblichkeit auszurechnen und eine gewisse Periodizität im Verlaufe der mit der Zu- resp. Abnahme der Zahl geschlechtsreifer Fische verknüpften Erscheinungen aufzudecken. Dabei wird sich auch der Vernichtungsquotient der Jungfische ausrechnen lassen.

Solange diese Fragen unaufgeklärt bleiben, werden unsere Kenntnisse der Vermehrungsbiologie äusserst mangelhaft sein und solange werden auch die grösseren diesbezüglichen Probleme ihrer Lösung harren.

Über die Rassenverhältnisse bei dem norwegischen Frühjahrshering mit besonderer Berücksichtigung der Konstanz der Rassenmerkmale.

Von

Sven Runnstrøm,

Fischereidirektorium, Bergen.

BROCH (1908), welcher die Rassenverhältnisse bei dem norwegischen Hering nach dem Vorbild von Heincke zuerst untersucht hat, hält es nicht für ausgeschlossen, dass die Proben aus einer Mischung von zwei verschiedenen "Stämmen" bestehen können, die dann aber die gleiche Laichzeit haben müssen. Ihm schien es deshalb natürlicher anzunehmen, dass es sich hier um einen einzigen Stamm handelt, der ein sehr grosses Variationsgebiet besitzt.

Johansen (1919) hat auch eine Differenz zwischen dem Frühjahrshering von der norwegischen Südwestküste und dem Nordlandshering erkannt. Als mögliche Ursachen erwähnt er sowohl eine Einwirkung äusserer Faktoren auf verschiedene Jahrgänge während der Larvenentwicklung, als auch das Vorhandensein zweier verschiedener Rassen mit verschiedenen Laichplätzen, jedoch ohne selbst einen bestimmten Standpunkt zu diesen verschiedenen Möglichkeiten zu nehmen. Lea (1929) dagegen meint, deutliche Unterschiede an der Wirbelzahl bei verschiedenen Jahresklassen des norwegischen Herings nachweisen zu können.

Bei dem Studium des norwegischen Herings kommt also auch die Ansicht zum Ausdruck, dass die Rassencharaktere in weitem Masse von den äusseren Einflüssen abhängig sind, eine Ansicht, die bei vielen Fischereibiologen Verbreitung gefunden hat.

Schnakenbeck (1931) hat in letzter Zeit das gesamte Rassenproblem bei den Fischen von neuem eingehend geprüft. Er findet es notwendig, den Begriff Rasse im Sinne von Heincke noch einmal zu definieren. Eine Rasse ist eine physiologische Einheit, eine Fortpflanzungsgemeinschaft. Eine weitere Voraussetzung für die Rasse ist die genotypische Bedingtheit ihrer Merkmale.

Schnakenbeck untersucht kritisch alle Fälle, die darauf

deuten, dass die Werte der Merkmale einer Rasse je nach den wechselnden Aussenbedingungen schwanken und kommt zu dem Ergebnis, dass die Natur bisher noch keinen Beweis für die Inkonstanz der Rassenmerkmale geliefert hat. Er prüft auch die Konstanz der Rassenmerkmale beim Hering und findet, dass die Wirbelzahl in ihren Mittelwerten und in ihrem Variabilitätsmodus innerhalb der einzelnen Rassen konstant ist, dass also die Wirbelzahl ein echtes erbliches Rassenmerkmal ist. Die Brustflossen können auch als ein brauchbares Rassenmerkmal angesehen werden, während die übrigen Merkmale mit grosser Vorsicht zu behandeln sind.

Schnakenbeck hat in dem speziellen Teil seiner Arbeit auch eine Rassenanalyse des norwegischen Herings vorgenommen und findet hier zwei Gegensätze in der Form der Variabilitätskurven der Wirbelzahl (Vert. S.). Schnakenbeck kommt zu dem Schluss, dass hier zwei wohl unterscheidbare Heringsformen oder Rassen, wie er sich auch ausdrückt, vorhanden sein müssen.

Diese Auffassung ist für das Verständnis der Biologie des norwegischen Herings von grosser Bedeutung. Wenn hier zwei Rassen vorhanden sind, muss man auch zwei verschiedene Laichzüge, welche sich nicht miteinander mischen, voraussetzen. Im allgemeinen ist sonst der Laichzug an der norwegischen Küste als sehr einheitlich aufgefasst worden. Die älteren Laicher werden, wenn sie noch nicht ganz reif sind, als "Grossheringe" etwas nördlich von dem Hauptlaichgebiet (gewöhnlich zwischen Stadt und Haltenbank) gefangen. Das Hauptlaichen geschieht jedoch etwas später (Februar—April) an dem südlichen Teil der Westküste, wo die grosse Fischerei nach dem Frühjahrshering vor sich geht. Ein zweiter Zug von Heringen, die Lea als Rekrutenlaicher bezeichnet, wird erst beim Einfinden auf seinen Laichplätzen beobachtet. Diese Gruppe besteht aus jüngeren Fischen, welche noch nicht gelaicht haben. Sie erscheinen an denselben Laichplätzen wie die älteren Heringe, aber gewöhnlich erst am Ende der Laichperiode. Zwischen diesen beiden Zügen von Laichern besteht nur ein Altersunterschied. Schon vor Ausgang des April sind die Laichschwärme gewöhnlich wieder von der Küste verschwunden.

Schnakenbeck hat zwar zwei morphologisch getrennte Formen nachgewiesen, es ist ihm aber nicht gelungen, eine klare Scheidung der beiden Typen nach Ort, Zeit und Reifegrad zu treffen, und er gibt zu, dass ihm die nähere Kenntnis der örtlichen Verhältnisse fehlt, um in dieser Frage eine Entscheidung treffen zu können. Er meint jedoch, dass die Reife der einen Form möglicherweise etwas früher (Februar—März) als die der anderen (Mai) liegt. Es hat mich sehr gewundert, dass Schnakenbeck noch im Mai reife Heringe bekommen hat. Im Jahre 1928 (aus dem die betreffende Probe stammte) hörte die Fischerei nach Frühjahrsheringen schon im März auf. Um den Export von frischen Heringen zu regulieren, lässt man jedoch oft bei grösseren Fängen mit Sperrnetz die Heringe längere Zeit innerhalb des Netzes stehen. Es ist eine alte Erfahrung, dass die Heringe unter diesen unnatürlichen Bedingungen die Geschlechtsprodukte nur selten

abgeben. Der letzte Fang mit Sperrnetz wurde in dem betreffenden Jahre erst am 21. Mai aufgenommen, die Heringe aber waren spätestens im März gefangen. Dies legte die Vermutung nahe, dass Schnakenbeck eine solche Heringsprobe bekommen hätte, und er hat diese Erklärung für die von ihm angenommene späte Laichzeit auch brieflich anerkannt.

Die Voraussetzung für das Vorhandensein von zwei Rassen ist also wenig geklärt, und ich fand es von grösster Bedeutung für die norwegischen Heringsuntersuchungen, diese Frage klarzulegen.

Es galt also nachzuweisen, ob zwei nach Ort oder Zeit getrennte Laichzüge vorkommen und zutreffendenfalls, ob diese Züge zwei morphologisch getrennte Formen im Sinne von Schnakenbeck repräsentieren. Zu diesem Zweck habe ich im Winter 1931—32 an einer grösseren Anzahl Proben der Gross- und Frühjahrsheringsfischerei eine Rassenanalyse vorgenommen. Auf der Karte, Abb. 1, welche das Gebiet der Gross- und Frühjahrsheringsfischerei darstellt, sind die Fangstellen, von welchen die Proben stammen, eingezeichnet.

Es wird zweckmässig sein, eine kurze Orientierung über den Verlauf der Fischerei im Jahre 1931—32 zu geben, und um dies zu erleichtern, ist die Küstenstrecke auf dieser Karte (Abbildung 1) in die Gebiete II—IX eingeteilt worden. Der übrige, nördliche Teil Norwegens wird als Gebiet I aufgefasst. Auf beistehender Tabelle ist auch die aufgefischte Quantität von Gross- und Frühjahrsheringen in den Gebieten nördlich und südlich von Stadt angegeben.

Tabelle 1.

	Grossheringe	Frühjahrsheringe	
	Dez. – Jan.	Februar	März
Nördlich v. Stadt	15,665 hl.	165,826 hl.	223,612 hl.
Südlich v. Stadt	817,500 hl.	1,732,500 hl.	445,000 hl.
Gesamtfang	833,165 hl.	1,898,326 hl.	668,612 hl.

Die Gebiete II und III repräsentieren das gewöhnliche Hauptgebiet für die Grossheringsfischerei.

Im Winter 1931—32 erschien jedoch der Hauptzug von Grossheringen weiter südlich in den Gebieten IV und V, wo sie von Ende Dezember bis Ende Januar gefischt wurden. Nördlich von Stadt wurden nur unbedeutende Quantitäten von Grossheringen gefangen. Anfang Februar begann die eigentliche Fischerei nach den laichreifen, sogenannten Frühjahrsheringen in dem südlichen Gebiete VI—VIII, welches als Hauptlaichplatz des norwegischen Herings bekannt ist. Gleichzeitig wurden jedoch auch Frühjahrsheringe in den Gebieten II und III nördlich von Stadt gefangen, aber in bedeutend geringeren Mengen als in den südlichen Gebieten. (Siehe Tab. I.). Auch bei Kristiansand, im Gebiete IX, wurden kleinere Mengen von reifen Heringen gefangen und diese Schwärme bestanden hauptsächlich aus Rekrutenlaichern. Der Zug der Rekrutenlaicher schien in diesem Jahre eine sehr südliche Richtung genommen zu haben und war in den

nördlicheren Gebieten als ungemischte Schwärme sehr wenig zu spüren. In der letzten Hälfte des März war die Fischerei nach Frühjahrsheringen abgeschlossen. Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass erwachsene Heringe im April und Mai in den Lofoten und an der

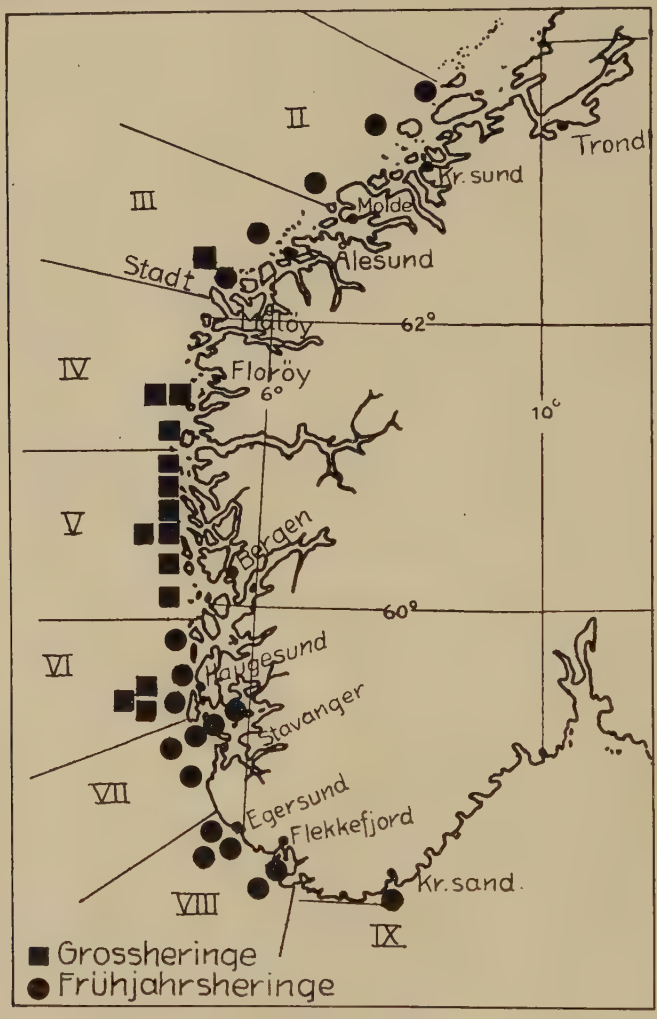


Abb. 1. Karte über das Gebiet der norwegischen Gross- und Frühjahrsheringsfischerei, welche die Fangstellen der untersuchten Heringsproben zeigt.

nördlichen Helgelandsküste in nicht unbedeutenden Mengen gefischt wurden. Die Heringe vom April bestanden hauptsächlich aus ausgelaichten Individuen und die vom Mai aus Heringen mit Gonaden in beginnender Restitution.

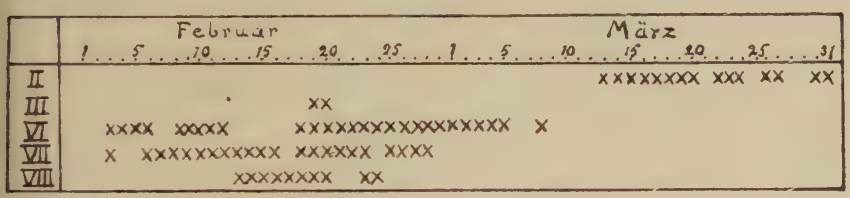
Das Laichen des norwegischen Herings habe ich in den letzten

zwei Jahren mit Hilfe von Petersens Bodengreifer im südlichen Hauptlaichgebiet (Gebiete VI—VIII) eingehend untersucht. Eine geringere Anzahl von Stationen wurde auch an der Möreküste (II—III) genommen.

Diese Beobachtungen sind ausserdem durch Untersuchungen von Dorschmagen und der Verteilung der jungen Heringslarven längs der Küste komplettiert worden.

Die Entwicklungszeiten der verschiedenen Stadien sind bei Laboratoriumsversuchen untersucht worden und hierdurch konnten die Laichzeiten in den verschiedenen Gebieten im Jahre 1932 bestimmt werden, wie Tabelle 2 zeigt. Wir sehen, dass im Februar und März eine zusammenhängende Laichzeit vorhanden ist, wenn auch das Laichen im nördlichsten Gebiete (II) später eingetroffen ist. Eine zeitliche Trennung der Laichschwärme kommt also nicht vor, wir können aber zwei örtlich getrennte Laichgebiete unterscheiden, nämlich die Gebiete II und III nördlich von Stadt und das wichtige Laichgebiet an der Südwestküste (VI—VIII). Es sind im Jahre 1932 wie auch sonst noch öfters während der letzten Jahre kleine Heringslarven mit Dottersäcken an Vesterålseggen gefunden worden.

Tabelle 2.



Es scheinen also auch im nördlichen Norwegen Laichplätze vorhanden zu sein, die allerdings wenig bekannt sind. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass die ausgelaichten Heringsschwärme von den Lofoten, die im April gefangen wurden, nicht weit vom Fangplatze gelaicht haben.

Es gibt demnach wenigstens zwei oder drei getrennte Konzentrationsgebiete für das Laichen an der norwegischen Küste. Die Entfernung zwischen den Laichplätzen südlich und nördlich von Stadt ist jedoch kaum grösser als zwischen den Laichplätzen des Bankherings auf der Doggerbank und an der Ostküste Schottlands. Es wäre jedoch eine Möglichkeit für die Existenz von getrennten Laichzügen vorhanden, welche die Annahme von zwei Rassen stützen könnte. Es ist nun zu untersuchen, ob diese verschiedenen Laichzüge wirklich zwei morphologisch wohl unterscheidbare Rassen repräsentieren. Bei der folgenden Rassenanalyse ist nur die Wirbelzahl (Vert. S) berücksichtigt worden. Schnakenbeck hat ja gefunden, dass die Gesamtzahl der Wirbel das einzige Merkmal ist, das mit völliger Sicherheit bestimmt werden kann und dass die Wirbelbestimmung fast völlig zur Rassenbestimmung ausreicht. Ich habe die prozentuale

Häufigkeit der einzelnen Merkmale, welche nach Schnakenbeck ein unentbehrliches Hilfsmittel zur Unterscheidung der verschiedenen Rassen sind, in Kurvenform dargestellt.

In der Abbildung 2 sind die Variabilitätskurven für die Proben der gesamten Gross- und Frühjahrsheringsfischerei zusammengestellt. Um eine bessere Übersicht zu gewinnen, sind die Einzelproben der Gebiete I—IX (Vergl. die Karte) je zu einer grösseren Probe zusammengezogen. Diese grösseren Proben sind in drei Vertikalreihen

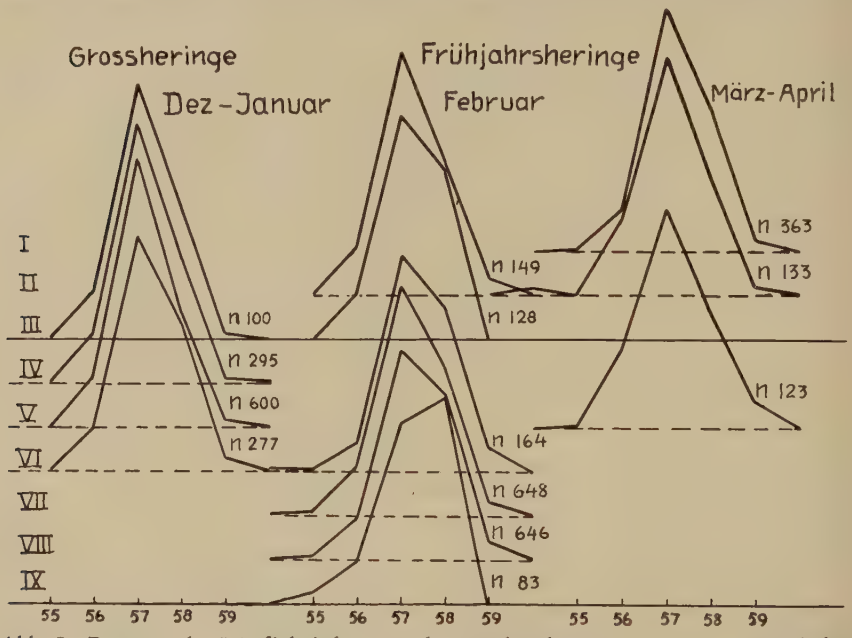


Abb. 2. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S von norwegischen Gross- und Frühjahrsheringen aus den Gebieten I—IX (Vergl. die Karte Abb. 1) vom Winter 1931—32.

geordnet, welche von links nach rechts die Grossheringe von Dezember —Januar, die laichenden Heringe von Februar und zuletzt die reifen und ausgelaichten Heringe von März—April repräsentieren.

Innerhalb jeder dieser drei Reihen sind die Proben nach den Gebieten I—IX von oben nach unten geordnet. Der ganz ausgezogene Strich bezeichnet die Grenze zwischen den Gebieten nördlich und südlich von Stadt. Die Tabelle I gibt einen Eindruck über die Menge der aufgefischten Heringe, welche die Proben repräsentieren. Die Variabilitätskurven von den noch nicht ganz reifen Grossheringen, welche zum grössten Teil in den Gebieten IV und V zwischen den beiden Laichgebieten II—III und VI—VIII angetroffen wurden, zeigen alle eine ausgesprochene Gipfelbildung beim Vert. 57 mit steilem Abfall nach beiden Seiten. Sie repräsentieren also die von Schnakenbeck als Form *A* bezeichnete Rasse. Nur in dem

südlichsten Gebiet (VI), wo sich die Grossheringe erst kurze Zeit vor dem Erscheinen der Laichschwärme zeigten, ist eine kleine Erhöhung des Wertes bei Vert. 58 bemerkbar.

Wenden wir uns jetzt zu den Laichschwärmen des Februars, so ist die Form *A* nur in dem nördlichsten Gebiet wiederzufinden, wo ganz unbedeutende Mengen gefischt wurden. In dem südlichsten Laichgebiet (IX), wo hauptsächlich Rekrutenlaicher angetroffen wurden, ist Schakenbecks zweite Form *B* durch eine Kurve mit einem Maximum bei Vert. 58 zu erkennen, von wo die Kurve nach Vert. 57 flach und nach Vert. 59 steil abfällt.

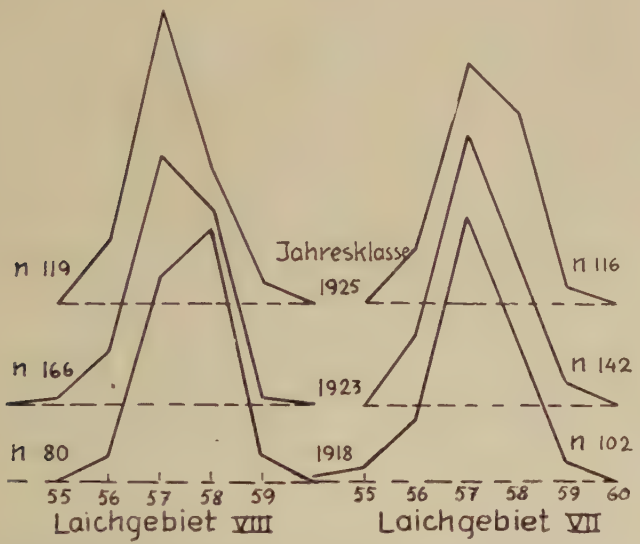


Abb. 3. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S der drei einzelnen Jahresklassen 1918, 1923 und 1925 von Frühjahrsheringen aus den Laichgebieten VII und VIII.

Die Proben aus dem Hauptlaichgebiet (VI–VIII) und dem Gebiet III, wo nur im Februar zirka ¾ der Gesamtmenge von Frühjahrsheringen gefangen wurden, zeigen Variabilitätskurven, die Übergänge zwischen den beiden Formen *A* und *B* bilden. Am Ende der Laichperiode im März finden wir die Form *A* sowohl auf den Laichplätzen an der Südwestküste (V) wie nördlich von Stadt (II). Die ausgelaichten Heringe von Nordnorwegen im April (I) zeigen auch eine steile Kurve mit Maximum bei Vert. 57, aber mit einer kleineren Erhöhung des Wertes bei Vert. 58.

Wir sehen durch diese Rassenanalyse, dass Übergänge zwischen den beiden Formen *A* und *B* vorhanden sind, welche nicht durch eine Mischung von zwei Rassen bedingt sind, da wir hier mit reinen Laichschwärmen arbeiten. Die Rassen bestehen bekanntlich aus Laichgemeinschaften, welche sich nicht miteinander mischen. Ausserdem

ist die eine der Formen sowohl auf den nördlichen wie den südlichen Laichplätzen beobachtet worden, sodass eine klare Scheidung der beiden Formen nach den Laichplätzen nicht durchgeführt werden kann.

Eine oft benützte Methode zur Prüfung der Konstanz der Rassenmerkmale ist die Analyse der einzelnen Jahresklassen. Zu diesem Zweck habe ich die zwei grössten Gesamtproben aus den Laichgebieten VII und VIII, welche über 600 Individuen umfassen, ausgewählt. Auf Abbildung 3 sind die Variabilitätskurven für Vert. S von den drei reichsten Jahresklassen 1918, 1923 und 1925 wiedergegeben. Die Jahresklasse 1918 aus dem südlicheren Gebiet VIII repräsentiert Schnakenbecks Form *B*, während die Jahresklasse 1925 vollständig mit der Form *A* übereinstimmt. Die Jahresklasse 1923 zeigt dagegen einen Übergang zwischen den beiden Typen. Es ist also innerhalb der einzelnen Jahresklassen eines Laichschwarmes eine starke Variabilität von Vert. S. vorhanden, welche in ihren Extremen die beiden von Schnakenbeck nachgewiesenen Formen zeigen.

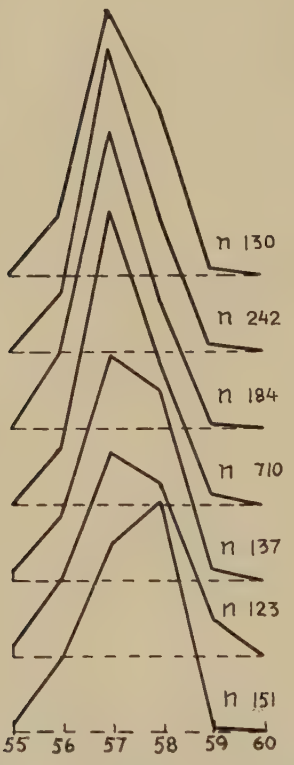


Abb. 4. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S einiger Proben von der 0-Gruppe längs der norwegischen Küste. Die Proben sind regional von Süden (unten) nach Norden (oben) angeordnet.

Bemerkenswert ist auch, dass die Jahresklasse von diesem Gebiet (VIII) andere Variabilitätskurven als die entsprechende Jahresklasse des nächstliegenden Laichgebietes (VII) zeigt. Dies ist bei der Jahresklasse 1918 besonders auffallend.

Um diese letzten Verhältnisse näher zu beleuchten, wäre es von Interesse, den Nachwuchs der Laichschwärme eines einzelnen Jahres auf den verschiedenen Laichplätzen zu untersuchen. Im Sommer und Herbst 1931 wurden zu diesem Zweck eine Anzahl Proben der 0-Gruppe längs der ganzen Küsten eingesammelt. Die Variabilitätskurven von Vert. S. sind auf der Abbildung 4 von Süden (unten) nach Norden (oben) angeordnet. Die südlichste Probe stammt aus dem Flekkefjord und die nördlichste aus Skjærvöy an der Grenze zwischen Troms und Finnmarken. Da sich der Küstenstrom nordwärts bewegt, ist anzunehmen, dass die Larven eine Strecke nördlich von ihren Laichplätzen geführt worden sein können. Man kann also erwarten, dass

die Larven der südlicheren Gebiete wenig mit Larven von nördlicher belegenen Laichplätzen gemischt sind.

In der graphischen Darstellung verläuft die Kurve für die südlichste Probe flach mit einem Maximum bei Vert. 58 und die Kurve für die beiden folgenden Proben von der Südwestküste ebenfalls flach mit einem Maximum bei Vert. 57, während die Kurven für die Proben nördlich von Stadt steil sind und ein Maximum bei Vert. 57 zeigen. Die Kurve für die nördlichste Probe aus Skjærvöy zeigt jedoch eine kleine Erhöhung des Wertes bei Vert. 58. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Individuen dieser Probe, welche soeben metamorphosiert waren, aus den früher genannten, wenig bekannten nördlichen Laichplätzen stammen.

Wir haben also gesehen, dass die morphologischen Charaktere, wie sie hier durch die gesamte Zahl der Wirbel repräsentiert sind, innerhalb eines Jahrganges von Laichplatz zu Laichplatz eine erhebliche Variabilität zeigen können.

Ich glaube, dass ich im Vorigen genügende Beweise dafür gebracht habe, dass Schnakenbecks zwei Formen *A* und *B* des norwegischen Herings nicht zwei wohl unterscheidbare Rassen repräsentieren, sondern nur extreme Ausdrücke für eine starke Variabilität von Vert. S innerhalb einer physiologisch einheitlichen Gruppe sind. Wir haben nicht nur Übergänge gezeigt zwischen den beiden Typen, welche nicht durch eine Rassenmischung erklärt werden können, sondern auch nachgewiesen, dass die eine Form gleichzeitig sowohl auf den Laichplätzen an der Südwestküste, wie nördlich von Stadt vorkam. Eine scharfe Trennung der beiden Formen nach den Laichplätzen ist also nicht vorhanden. Es ist auch konstatiert worden, dass das Merkmal Vert. S nicht nur in seinen Werten von Jahr zu Jahr erheblich schwankt, sondern auch innerhalb eines Jahrganges grosse Schwankungen zeigt. Hier sind also die Bedingungen vorhanden, die nach Schnakenbeck vorliegen müssen, wenn Schwankungen in den Aussenfaktoren die Entwicklung der morphologischen Merkmale, welche als Rassencharaktere benützt werden, beeinflussen.

Diese Variabilität kommt nicht nur durch die Form der Kurven zum Ausdruck, sondern ist auch zu erkennen, wenn die Mittelwerte von Vert. S berücksichtigt werden. Ich gebe hier die Mittelwerte von Vert. S von drei Proben, welche jede einen einzelnen Jahrgang repräsentieren.

1) Hjeltefjord 24.4 32 Jahrg. 1931	n 214	M 57.522 ± 0.035
2) Namsen 10.11 31 Jahrg. 1931	n 184	M 57.093 ± 0.049
3) Salhusfjord 23.4 30 Jahrg. 1930	n 146	M 57.014 ± 0.087

Diff. Vert. S Hjeltefjord minus Namsen 0.430 ± 0.060
— — - — minus Salhusfjord 0.508 ± 0.078

Die Differenz der beiden Proben, welche dieselben Jahresklassen von zwei Plätzen südlich und nördlich von Stadt repräsentieren, ist mehr als siebenmal so gross, und die Differenz von den verschiedenen Jahresklassen, welche von zwei sehr naheliegenden Plätzen an der Westküste stammen, ist mehr als sechsmal so gross wie ihr Standardfehler. Es ist also mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sich die Schwärme, welchen die Proben entstammen, wirklich durch ihre mittlere Wirbelzahl unterscheiden.

Die Variabilität von Vert. S bei den Nachkommen von den Schwärmen der verschiedenen Laichplätze, wie sie auf der Abbildung 4 dargestellt ist, scheint geographisch bedingt zu sein. Die nördlichen Proben zeigen eine Erhöhung des Wertes bei Vert. 57 und eine Senkung des Wertes bei Vert. 58 im Verhältnis zu den südlicheren Proben. Dies steht scheinbar im Gegensatz zu der allgemeinen Regel, dass die Zahl der Wirbel sich von Süden nach Norden vermehrt — was mehrere Forscher besonders auf die Temperaturverteilung zurückführen, indem sie annehmen, dass niedrige Temperaturen hohe Werte geben und umgekehrt.

Folgen wir jedoch der Darstellung von Helland-Hansen und Nansen (1909) über die hydropraphischen Verhältnisse an der norwegischen Küste, finden wir eine gute Übereinstimmung zwischen Temperatur und Wirbelzahl. Das Küstenwasser bewegt sich längs der norwegischen Küste als eine Fortsetzung des baltischen Stromes. Die Verteilung des Salzgehaltes zeigt jedoch, dass grosse Mischungsprozesse vor sich gehen, während das Küstenwasser sich nordwärts bewegt, indem es sich mit dem Wasser der oberen Schichten des atlantischen Stromes mischt. Die Wassermassen des baltischen Stromes werden im Winter zu niedrigen Temperaturen abgekühlt und die Temperaturen der mittleren Schichten im Skagerack sind deshalb viel niedriger als weiter im Westen und Norden, wo sie infolge des Einflusses des atlantischen Wassers höher sind. Dieser Einfluss ist besonders an der Küstenstrecke nördlich von Stadt bemerkbar, wo das atlantische Wasser in grösserer Nähe liegt als bei den anderen Küstenstrecken.

Auf beistehender Tabelle 3 ist die Temperaturverteilung längs der

Tabelle 3.

Datum	N. Breite	C °
27 März	68°05′3	2.82
21 —	67°13′5	4.00
19 —	65°36′0	4.03
16. —	62°26′2	7.13
14 —	61°49′	5.56
5 —	59°33′8	4.10
4 —	59°28′1	2.82
11 —	59°06′	1.97

Temperaturverteilung längs der norw. Küste März 1931 Tiefe 50 m.

Küste in einer Tiefe von 50 m. im März 1931 wiedergegeben. Ich erinnere daran, dass die Zeit für die Beeinflussung der Wirbelzahl schon in der Frühentwicklung liegt, wie Schnakenbeck hervorhebt, und dass die Zahl der Wirbel kurz nach dem Ausschlüpfen der Larven festgelegt ist. Wenn man die Temperaturverteilung auf den Laichplätzen im Jahre 1931 mit den Variabilitätskurven von Vert. S bei der 0-Gruppe aus demselben Jahr (Abbild. 4) vergleicht, findet man eine auffallende Übereinstimmung. Die Temperatur auf den Laichplätzen im südwestlichen Norwegen war viel niedriger als auf denen nördlich von Stadt. Weiter nördlich werden die Temperaturen wieder niedriger, und wir sehen auch, dass die Variabilitätskurve von den Larven aus Nord-Norwegen eine Erhöhung des Wertes bei Vert. 58 zeigt. Es scheint deshalb sehr wahrscheinlich, dass die Variabilität von Vert. S bei dem norwegischen Hering durch die verschiedenen hydrographischen Verhältnisse an den Laichplätzen hervorgerufen wird.

Die hier vorgelegten Resultate stehen scheinbar in scharfem Gegensatz zu den Ergebnissen von Schnakenbeck bei seiner Untersuchung über die Heringsrassen in der Nordsee. Schnakenbeck begründet nämlich seine Behauptung von der Konstanz der Rassenmerkmale damit, dass diese Konstanz vorhanden ist, obwohl die hydrographischen Faktoren, unter denen die verschiedenen Entwicklungsstadien leben, nicht nur von Jahr zu Jahr, sondern auch von Jahreszeit zu Jahreszeit und von Gebiet zu Gebiet erheblich schwanken. Er rechnet damit, dass während der kritischen Entwicklungszeit des Bankherings von August bis Mai Temperaturschwankungen bis zu durchschnittlich 10° vorkommen. Berücksichtigen wir jedoch das Merkmal Vert. S, so hat Schnakenbeck selbst konstatiert, dass die Zahl der Wirbel schon kurz nach dem Ausschlüpfen der Larven festgelegt ist. Die kritische Zeit für dieses Merkmal kann deshalb hauptsächlich auf August bis November begrenzt werden, wenn die Temperaturschwankungen auf den Laichplätzen des Bankherings verhältnismässig gering sind. Es ist ja auch zu erwarten, dass die hydrographischen Verhältnisse auf den Laichplätzen der westlichen Nordsee konstanter sind, als an der norwegischen Küste, wo im Winter der kalte Küstenstrom und der warme atlantische Strom die verschiedenen Laichplätze in der kritischen Zeit sehr verschieden beeinflussen. Ich glaube, dass die Konstanz der morphologischen Merkmale der einzelnen Laichgemeinschaften, welche als Rassencharaktere benützt werden, von der Konstanz der äusseren Lebensbedingungen während der kritischen Entwicklungszeit der einzelnen Merkmale weitgehend abhängig ist.

Auch wenn die sogenannten Rassenmerkmale von äusseren Einflüssen erheblich beeinflusst werden können, ist damit nicht gesagt, dass die Analyse dieser Merkmale nicht wichtige Aufschlüsse über die Wanderungen der Schwärme einer Fortpflanzungsgemeinschaft geben kann.

Die vorliegende Untersuchung hat auch in dieser Hinsicht einige

interessante Auskünfte gegeben. Wir haben gesehen (Abbild. 2), dass die Grossheringe der Westküste vom Dezember und Januar nach dem Merkmal Vert. S nicht identisch sind mit den Frühjahrsheringen auf den Laichplätzen an der Südwestküste, wo die Hauptmenge der laichenden Heringe gefangen werden. Man muss weiter nach Norden gehen, um die entsprechenden Variabilitätskurven zu finden.

Es scheint also, als ob sich die Grossheringe nicht südwärts gegen die Stromrichtung bewegen, wie man früher angenommen hat, sondern dass sie die nördlich belegenen Laichplätze aufsuchen. Die Heringe auf den Laichplätzen an der Südwestküste scheinen erst kurz vor dem Eintreten der Reife beobachtet zu werden.

Die Laichschwärme der Frühjahrsheringe zeigen eine sehr ähnliche Verteilung der Variabilitätskurven von Süden nach Norden, wie wir sie bei der 0-Gruppe im Jahre 1931 gefunden haben. (Vergleiche Abbild. 2 u. 4). Wenn auch eine Mischung der Nachkommen der verschiedenen Laichplätze unzweifelhaft vorhanden ist, scheint sie nicht ganz vollständig zu sein. Die Heringe, welche im nördlichen Norwegen aufgewachsen sind, zeigen eine grössere Tendenz, die nördlichen Laichplätze aufzusuchen, als die vom südlichen Norwegen. Es wäre deshalb von Interesse, wenn man die Nachkommen eines einzelnen Jahres weiter in ihren Wanderungen verfolgen könnte. Wir wissen von den Untersuchungen L e a s, dass die jungen Heringe an der Westküste schon im dritten Lebensjahr von dem Küstengebiet verschwinden, während die nördlichen Heringe gewöhnlich erst in ihrem vierten Jahr in das offene Meer hinauswandern. Diese verschiedenen Zeitpunkte für den Übergang in das ozeanische Stadium sind wahrscheinlich durch die Wachstumsverschiedenheit des Herings an der West- und Nordküste bedingt. Das Reifen der Gonaden tritt scheinbar bei den grösseren Individuen von Westnorwegen früher ein als bei denjenigen von Nordnorwegen und die Rekrutenlaicher eines Jahrganges, welche zuerst an den Laichplätzen erscheinen, bestehen aus diesen Individuen mit schnellerem Wachstum. L e a hat auch nachgewiesen, dass die verschiedenen Lebensbedingungen an der nördlichen und westlichen Küste ein Gepräge auf die Winterringe der Schuppen setzen, sodass es auch in den späteren Lebensjahren möglich ist zu beurteilen, wo die Heringe aufgewachsen sind. Im Jahre 1932 war der Zug von Rekrutenlaichern wenig auffallend und das vorliegende Material ist deshalb leider spärlich. Reine Schwärme von Rekrutenlaichern wurden nur an der Südküste bei Kristiansand beobachtet und sie bestanden zum grössten Teil aus dem Jahrgang 1928, welcher jetzt zum ersten Male in den Laichschwärmen an der Küste erschien. Auf der Abbild. 5 sind in der linken Reihe die Variabilitätskurven von Vert. S von verschiedenen Proben der Jahresklasse 1928 aus dem Winter 1931—32 wiedergegeben. Die Proben sind nach den Gebieten I—IX (vergleiche die Karte Abbild. 1) angeordnet. Die Proben aus dem Gebiet IX repräsentieren die reifen Heringe aus Kristiansand. Beinahe sämtliche dieser Heringe (98 %) hatten Schuppen vom südlichen Typus und die Variabilitätskurve ist flach mit einem Maximum bei Vert. 58.

Auch im Gebiete VI erschienen kleinere Mengen reifer Heringe von dieser Jahresklasse, welche aber meistens schon mit älteren Tieren vermischt vorkamen. Sie bestanden auch zum grössten Teil aus südlichen Tieren (90 %) und die Variabilitätskurve war flach aber mit einem Maximum bei Vert. 57.

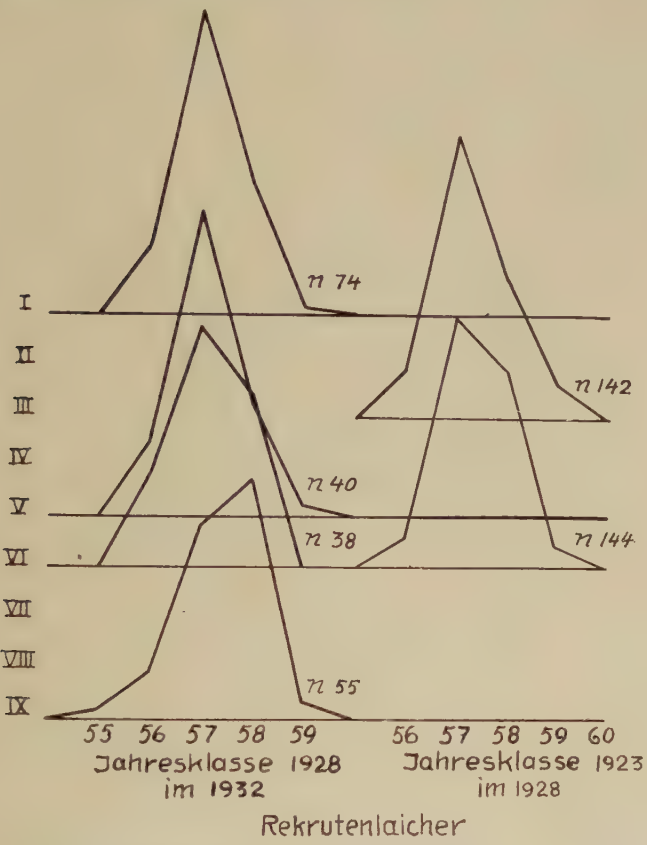


Abb. 5. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S zweier einzelner Jahresklassen aus Schwärmen von Rekrutenlaichern an der Westküste Norwegens. Die Proben sind nach den Gebieten I—IX (Vergl. Abb. 1) angeordnet.

Es wurden jedoch auch unreife und reifende Heringe von der Jahresklasse 1928 angetroffen. Die nördliche Probe aus Petsamo (I) bestand wahrscheinlich aus Heringen im Übergang zu dem ozeanischen Stadium und die südliche Probe (V) aus Heringen im ozeanischen Stadium, welche aus irgend einer Ursache zusammen mit den reifen Heringen nach der Küste gekommen sind. Die Heringe der beiden Proben, welche zuerst im nächsten Frühjahr als Rekrutenlaicher an der Küste erscheinen werden, bestanden zum grössten Teil aus Individuen

mit nördlichen Schuppen (89 resp. 68 %). Beide Proben zeigen steile Variabilitätskurven mit einem Maximum bei Vert. 57.

Wir haben also bei der Jahresklasse 1928 gesehen, dass sie in dem ozeanischen Stadium in zwei Gruppen nach dem Gebiete ihres Aufwuchses (Nord- und Westküste) geteilt ist. Diese Teilung ist durch die vorher genannte Verschiedenheit des Wachstums und der Auswanderungszeit der nördlichen und südlichen Jungheringe bedingt. Diese beiden Gruppen zeigen eine entsprechende Verschiedenheit in der Variabilität von Vert. S, wie wir sie bei der 0-Gruppe von der Nord- und Westküste (Abbild. 4) gefunden haben.

Es wird von Interesse sein zu beobachten, an welchen Laichplätzen diese nördlichen Heringe vom Jahrgang 1928 in den kommenden Jahren erscheinen werden. Wenn uns auch diese Beobachtungen noch fehlen, liegen jedoch zwei Proben vor von den Rekrutenlaichern im Jahre 1928, welche hauptsächlich aus dem Jahrgang 1923 bestanden. Diese Jahresklasse erschien 1927 zum ersten Mal an den Laichplätzen und die neuen Schwärme im Jahre 1928 bestanden hauptsächlich aus Tieren vom nördlichen Typus. Die eine der beiden Proben stammte aus dem Gebiet III nördlich von Stadt. Diese Probe, welche zirka 80 % nördlicher Tiere enthielt, zeigt eine steile Variabilitätskurve mit einem Maximum bei Vert. 57 (Abbild. 5 rechts). Die andere Probe von einem Ort an der Südwestküste (Gebiet VI) war mehr mit südlichen Tieren vermischt. (Zirka 60 % vom nördlichen Typus). Diese Probe zeigt eine flachere Kurve mit einem Maximum bei 57.

Wenn wir die Proben von Rekrutenlaicher von den Jahren 1928 und 1932 vergleichen, finden wir, dass sich die Heringe, welche an der Nord- und Westküste als Jungheringe aufgewachsen sind, und wahrscheinlich zum grössten Teil von verschiedenen Laichplätzen stammen, unzweifelhaft an den Laichplätzen mischen. Es ist jedoch eine Tendenz dafür vorhanden, dass die im nördlichen Norwegen aufgewachsenen Heringe nördlichere Laichplätze aufsuchen, als die im südlichen Norwegen aufgewachsenen Heringe. Die Variabilitätskurven von Vert. S zeigen auch eine ähnliche Verteilung von Süden nach Norden, wie die 0-Gruppe. Diese Verteilung wird auch bei den älteren Laichern (Abbild. 2) wiedergefunden. Eine Analyse der Winterringe der Schuppen zeigt auch hier eine ungleiche Mischung von

Tabelle 4.

Gebiet (vergl. die Karte)	Heringe mit Schuppen vom südl. Typus	Heringe mit Schuppen vom nördl. Typus
I	36.9 %	63.1 %
II	46.2 %	53.8 %
III	60.4 %	39.6 %
IV	—	—
V	—	—
VI	56.9 %	43.1 %
VII	52.9 %	47.1 %
VIII	63.9 %	36.1 %
IX	87.3 %	12.7 %

südlichen und nördlichen Typen der Heringsschwärme auf den Laichplätzen von Süden nach Norden, wie aus der Tabelle 4 hervorgeht.

Es liegt wohl am nächsten anzunehmen, dass die Heringsschwärme beim Verlassen der verschiedenen Laichplätze wieder auf verschiedenen Wegen in das Meer hinauswandern und dass sich die Schwärme während der Nahrungswanderungen zwischen den Laichperioden nur unvollständig mischen. Ich glaube kaum, dass wir einen einheitlichen Zug der ausgelaichten Heringe gegen Norden annehmen können, wie es Lea etwas schematisch dargestellt hat. Diese Trennung der Laichschwärme ist jedoch nicht gross genug, um verschiedene Rassen annehmen zu können.

Literaturverzeichnis.

Broch, Hj. "Norwegische Heringsuntersuchungen während der Jahre 1904 bis 1906". Bergens Museums aarbog 1908.

Helland-Hansen u. Nansen. "The Norwegian Sea". Rep. Norw. Fishery and Marine Inv. Vol. II. 1909.

Johansen, A. C. "On the large spring-spawning sea herring *(Clupea harengus* L.) in the north-west European waters". Medd. Komm. Havunders. 5. 1919.

Lea, E. "The oceanic stage in the life history of the Norwegian herring". Journ. Cons. Intern. pour l'Expl. de la Mer. Vol. IV. 1929.

Lea, E. "The herring's scale is a certificate of origin. Its applicability to race investigations". Rapp. et Proc.-Verb. Cons. Int. Expl. Mer LIV. 1928.

Schnakenbeck, W. "Zum Rassenproblem bei den Fischen". Zeitschr. f. Morph. u. Ökolog. d. Tiere. Bd. 21. 1931.

Reviews.

Revue critique

par

G. Gilson.

A. Wulff und **A. Bückmann.** "Der "Gammelfang" der Garnelenfischer, und die Bedeutung des Fortfanges junger Plattfische für den marktfähigen Plattfisch-Bestand in der Deutschen Bucht. Nach Untersuchungen von A. Schubert." Wiss. Meeresuntersuchungen. N. F., Abt. Helgoland, XIX. Band. Abh. Nr. 1. Oldenburg i. O., 1932.

L'industrie intéressante de l'utilisation des matières organiques de rebut a pris, depuis la guerre, un énorme développement, et les fabriques d'engrais et de farine de poisson se sont multipliées, surtout dans les pays où une taille minimale n'est pas imposée au débarquement du jeune poisson. Il en résulte que dans ces pays la destruction des éléments de recrutement est devenue beaucoup plus intense. Le pêcheur côtier, sûr d'un débouché pour ses moindres déchets, ne rejette plus rien mais rapporte à terre pour le livrer aux usines, tout ce qu'autrefois il rendait immédiatement à la mer.

Mais, ce qui est plus grave encore, c'est que toutes les productions de la mer contenant de l'azote ou de l'huile font l'objet aujourd'hui, dans ces mêmes pays, d'une pêcherie spéciale qui recherche avant tout les jeunes poissons et pour laquelle le poisson de marché tend à devenir une capture accessoire.

Cette destruction des éléments de recrutement des stocks s'ajoutant à celle qu'exerce inévitablement en haute mer la grande pêcherie internationale, atteint dès à présent des proportions impressionnantes.

Or, la situation déjà dangereuse aujourd'hui est destinée à s'aggraver progressivement puisque, la production de la mer restant la même, la destruction s'accroît d'année en année avec une grande rapidité.

Aussi est-il satisfaisant de voir que l'attention des Gouvernements est désormais sérieusement attirée sur la nécessité de mesurer dans leurs régions respectives, l'effet que peut produire sur l'abondance de la matière essentielle de la pêcherie, tant hauturière que côtière, l'exploitation illimitée des produits accessoires formés surtout de poissons trop jeunes pour être

vendables sur les marchés. Des enquêtes ont été ordonnées par les Pouvoirs Publics dans divers pays. Parmi les dernières en date il faut citer celles des Gouvernements Hollandais, Belge et Allemand.

Le Ministère de l'Industrie et du Commerce de Prusse, soucieux de l'avenir de la pêcherie a chargé l'Institut biologique d'Helgoland de poursuivre pendant une année des investigations sur toute l'étendue des côtes allemandes, depuis le Schleswig-Holstein jusqu'à la Frise Orientale. Un plan d'investigation fut dressé par le Prof. Mielck, Directeur de l'Institut biologique, qui confia la direction de l'ensemble du travail au Dr. A. Wulff, avec l'active collaboration du Dr. Schubert, et l'assistance compétente du Dr. A. Bückmann. Celui-ci, familiarisé avec la condition de la pêcherie hauturière dans la mer allemande, a reçu la mission spéciale de chercher à établir le rapport existant entre le nombre des très jeunes poissons débarqués comme matière industrielle et l'abondance présumée des stocks de poissons de la haute mer et, en particulier, de la plie.

Les résultats de cette enquête font l'objet d'un important mémoire publié dans le dernier fascicule des Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Helgoland (Bd. XIX).

La tâche confiée à ces savants biologistes était réellement immense et hérissée de difficultés. La côte allemande s'étend sur environ 556 km. et compte 10 ports de pêche d'importance variée à savoir: Husum, Tönning, Büsum, Frederikskoog, Cuxhaven, Wesermünde, Wilhelmshaven, Neuharlingersiel, Norddeich et Greetsiel, plus un grand nombre de ports secondaires.

Les quantités débarquées durent être relevées par l'enquête elle-même dans toutes ces localités car il n'existe pas de statistique détaillée et continue du produit variable soumis à l'étude, et ce travail fut parfois entravé par la méfiance des pêcheurs. Bien d'autres obstacles se sont dressés devant la tâche entreprise par le Dr. Schubert: le grand nombre et la diversité des navires, la difficulté d'obtenir régulièrement l'indication exacte des lieux de pêche, celle des quantités réellement pêchées et celle des poids déclarés au débarquement, et enfin la diversité de composition des produits livrés, suivant la variabilité du triage usité. On conçoit que dans ces conditions les nombreux agents répartis sur de multiples points de la côte ne purent songer à faire l'analyse détaillée du produit complet de chacune des pêches étudiées et qu'il fallut recourir à la méthode des prélèvements d'échantillons représentatifs, — quantités fractionnelles d'où l'on déduit avec plus ou moins de sécurité la composition globale.

Le terme "Gammel" dans le langage des pêcheurs allemands, s'appliquait autrefois à toute la partie de la capture des filets qui n'est pas utilisable comme telle pour l'alimentation humaine, c'est-à-dire la masse des invertébrés, — alors sans usage, — les très jeunes poissons et les crevettes de taille minime. Mais aujourd'hui on distingue suivant le triage et la composition du produit, le "Garneelengammel", le "Fischgammel" et le "Mischgammel", — et la composition de ces catégories varie encore dans diverses localités. En outre le "Gammelfang" peut aussi comprendre le produit de la pêche complet et non trié.

Ce terme "*gammel*" est d'un usage très commode même dans d'autres langues parce qu'il s'applique à tous les cas tandis que le français "déchets" et l'anglais "waste" expriment l'idée de résidu de peu de valeur alors que l'objet désigné peut constituer aujourd'hui la matière principale d'une pêcherie spéciale pour laquelle le poisson de marché n'a plus qu'une valeur secondaire ou même nulle.

Le mémoire contient un exposé détaillé des données recueillies dans les 10 ports indiqués et dans les régions attenantes. Ces exposés sont fort intéressants et remplis de faits et de données numériques concernant le poids et la valeur du gammel, ainsi que le nombre d'individus détruits, calculé d'après l'échantillonnage.

Nous ne pouvons songer à en reproduire ici le détail. Relevons simplement quelques données conduisant les auteurs à leurs principales conclusions.

Le nombre d'échantillons analysés s'éleva à 416 et l'ensemble atteignit un poids d'environ 4894 kg.

Il faut distinguer dans la Baie allemande deux régions différentes au point de vue de l'importance relative du gammel: la région orientale comprenant la côte du Schleswig-Holstein, les embouchures de l'Elbe et du Weser et Cuxhaven, dans laquelle le gammel est resté un simple élément additionnel de la pêcherie crevettière élevant cependant de près de 50 % le gain du pêcheur, — et une région occidentale comprenant le Jade et la côte de la Frise Orientale, où la proportion du gammel peut s'élever au delà de 90 % et devenir l'objet principal de l'activité du pêcheur crevettier, menaçant ainsi d'évincer complètement la pêche de la crevette de marché.

Pendant l'année Nov. 1929 à Oct. 1930, il a été débarqué:

53.924 quintaux[1]) de crevettes de marché valant 907.794 Marks et
287.885 quintaux de gammel valant 813.057 Marks,

soit, en valeur, un produit total de 1.720.851 Marks, dans lequel il y a presque équivalence entre le gammel et la crevette.

D'après des chiffres fournis par L u n d b e c k, le produit moyen de la petite pêcherie de haute mer pour les années 1927, 28 et 29 s'est élevé à 1.337.700 Marks, et la plie y entre pour 758.900 Marks. Le chiffre de 813.000 Marks pour le gammel, dépasse donc de 54.000 Marks le produit de la plie de la petite pêcherie de haute mer.

Pendant l'année des recherches, le gammel des pêcheurs crevettiers a enlevé au contingent de recrutement de la pêcherie de haute mer 63½ millions de plies, 3½ millions de soles, 5½ millions de flets and 25 millions de limandes.

La moyenne kilométrique des côtes allemandes a été pendant cette année 114.210 pièces, pour la plie, et 6.269 pièces pour la sole.

Les auteurs font remarquer que la pêcherie du gammel est destinée à se développer encore dans l'avenir.

On voit que la pêche du gammel, qui précédemment n'avait qu'une importance tout-à-fait secondaire, a pris en Allemagne les proportions d'une branche importante de l'industrie de la pêche. Aussi a-t-on déjà posé, dans certains milieux, la question de savoir s'il faut épargner les jeunes poissons et les crevettes et protéger ainsi la pêcherie générale, ou bien prendre en mains résolument les intérêts des fabriques d'engrais et de nourriture pour la volaille et le bétail, et favoriser avant tout la fourniture de la matière première de cette industrie lucrative?

La réponse à cette question ainsi posée n'est pas douteuse, mais ce n'est pas ici le lieu de la traiter en détail. Quoiqu'il en soit, il est à prévoir que des mesures internationales préventives, ou même réparatrices du dommage accompli, seront énergiquement réclamées le jour où la statistique, parfaitement organisée et accompagnée de bonnes séries de mensurations, démontrera sans conteste que la *taille moyenne s'est abaissée* et que les stocks de la mer du Nord, comme ceux de la Baltique, ont subi une atteinte

[1]) Zentner = 50 kg.

fâcheuse pour le présent et inquiétante pour l'avenir de toutes les espèces de poissons à stade côtier.

Aussi les pionniers de l'enquête du Gouvernement Allemand se sont-ils appliqués à déterminer, outre les poids et la valeur relative du gammel et des produits de marché, le *nombre* des jeunes poissons détruits et le rapport du nombre de ces éléments de recrutement avec le nombre supputé des éléments constituant en mer les stocks de matière à pêcherie. Cette question du nombre d'individus détruits est, en effet, la plus intéressante au point de vue biologique et économique. Elle est abordée par les auteurs du mémoire, par l'étude d'échantillons représentatifs, et non par notre procédé d'analyse complète des captures individuelles, — méthode qui est évidemment la plus sûre, mais que la grandeur de l'entreprise allemande rendait peut-être impraticable.

La principale conclusion de l'ensemble de leurs numérations et calculs est que le gammel débarqué dans les 10 ports mentionnés doit représenter environ cent millions de pièces sur la côte allemande pour les 4 espèces principales seulement:

Plie	63½	millions
Limande	24	—
Flet	6½	—
Sole	3½	—
	97½	—

Ce nombre est à retenir. Ainsi que les auteurs le font remarquer, il dépasse énormément la part qui reviendrait aux 556 km. de la côte allemande si on lui appliquait la tentative d'évaluation très générale et préliminaire que nous avons faite de la destruction moyenne de 3 espèces sur toute la côte continentale, depuis la latitude de Cherbourg jusqu'à la Scandinavie, en utilisant comme hypothèse de travail la moyenne kilométrique constatée par nous sur la côte Belge, à une époque où il n'existait dans aucun pays aucune donnée précise sur l'importance de la destruction. Nous sommes du reste sur ce point complètement d'accord avec Wulff et Bückmann ainsi qu'avec Heidrich et nous avons déclaré en divers endroits de notre mémoire de 1928 (p. 112) que nous considérons tous nos chiffres comme restant en dessous de la réalité par suite de notre désir de donner à nos conclusions un caractère de sécurité. Remarquons toutefois que le tableau analytique, p. 45 du mémoire allemand, montre que si notre moyenne kilométrique pour la côte d'Europe est inférieure pour la plie à la moyenne allemande et à la moyenne hollandaise établie par Tesch, elle est supérieure à la moyenne allemande pour la limande et pour la sole:

Nombre d'individus détruits — moyenne kilométrique annuelle.

	Plie	Limande	Sole	Flet	Nombre total
Côtes allemandes (Wulff et Bückmann)	114.210	43.825	6.269	10.119	174.423
Côtes hollandaises (Tesch)	28.460	78.968	—	—	107.428
Côte Belge (Gilson)	19.745	60.798	7.683	—	88.226

Ceci n'a rien d'étonnant car on sait que la plie perd graduellement de son abondance depuis le Jutland jusqu'à la Manche, tandis que la limande perd en sens contraire.

Si on applique, ainsi que nous pouvions le faire en 1926, notre moyenne kilométrique Belge, soit 19.745 pour la plie, on obtient pour les 556 km. de la côte allemande 10.978.220 individus, tandis que la moyenne kilométrique allemande serait 114.210, donnant pour toute la côte Allemande 63.500.760 plies.

De plus, la moyenne kilométrique Belge pour les 3 poissons réunis: plie, limande, sole, soit 88.226, donne pour les 556 km. d'Allemagne 49.053.656 tandis que la moyenne allemande pour les 3 mêmes poissons donnerait 91.353.024 pièces. En ajoutant à ce nombre celui du flet, poisson de minime importance en Belgique et qui n'entre pas dans nos calculs, Wulff et Bückmann obtiennent le chiffre 96.979.188 *soit 100 millions,* comme représentant la moyenne de la destruction annuelle pour *les 4 espèces* sur *la seule côte allemande.*

Cet écart, non plus n'a rien de surprenant. Rappelons, en effet, qu'une moyenne n'est qu'une fiction qui souvent ne convient exactement à aucun terme de la série intéressée. Or, entre Cherbourg et la Scandinavie il y a bien des points au niveau desquels la moyenne kilométrique est très inférieure à celle de la côte Belge, et d'autres régions où elle lui est énormément supérieure, et la Baie Allemande est, apparemment, à ranger parmi ces dernières pour ce qui concerne la plie.

Remarquons, en outre, que les 15 années d'observation sur lesquelles portent nos calculs de moyenne appartiennent exclusivement à une période de pêche *à la voile,* tandis que la moyenne de l'enquête allemande ne porte que sur l'année 1929—30 et sur une pêcherie pratiquée entièrement par une importante flotte *à moteur.*

Or, nous venons d'établir, dans un mémoire préliminaire récemment publié[1]) que l'introduction des moteurs a eu pour résultat une remarquable élévation du pouvoir capturant et de l'activité de nos bateaux de pêche, et *une énorme augmentation de la destruction* du jeune poisson, favorisée encore par d'autres causes. Lorsque ce travail sera terminé, nous arriverons, selon toute apparence, à une moyenne kilométrique de la pêcherie actuelle, égale ou supérieure à la moyenne fournie par l'Enquête allemande pour le "Deutsche Bucht".

Il eût été intéressant et fort utile de disposer en ce moment de données statistiques continues portant sur une succession d'années précédentes et permettant de suivre sur les côtes allemandes le progrès graduel de la destruction du jeune poisson, consécutivement *à l'adoption des moteurs* et à l'intervention des fabriques d'engrais organiques et de farines de poisson.

Quoi qu'il en soit le résultat le plus important jusqu'ici, de l'enquête des biologistes d'Helgoland, c'est que le nombre des jeunes unités détruites par la seule pêche côtière allemande *est énorme* et que la récolte du gammel qui en est le principal agent a passé à l'état de pêcherie régulière destinée à devenir de plus en plus intensive.

Ce résultat est de l'ordre des faits positifs et il est réellement méritoire pour les auteurs du travail d'enquête, de l'avoir solidement établi au prix de laborieux efforts.

Mais, dans l'économie de la Nature, tout est relatif. Aussi est-il malaisé d'apprécier la signification de ce nombre formidable de 100 millions d'individus, au point de vue du maintien des stocks sur lesquels ce nombre est prélevé. A défaut du nombre absolu d'unités constituant les stocks en mer, que nul ne saurait préciser à quelques millions près, le Dr. Bückmann

---

[1]) G. Gilson. La destruction du jeune poisson par la pêche littorale à moteur. Annales de l'Institut d'Etudes maritimes d'Ostende. Mémoire No. 2. 1932.

a recours à des évaluations résultant de recherches variées faites par l'Institut biologique d'Helgoland. Celles-ci évaluent le nombre de plies qui, dans la Baie Allemande, survivent à la 2me année, à un chiffre variant de 200 à 1.200 millions, suivant que l'année est très pauvre ou très riche. Prenant dans ces évaluations des chiffres moyens et tenant compte de la mortalité naturelle, qui n'est pas déterminée mais qu'il estime comme variant de 30 à 50 % au maximum, Bückmann arrive à évaluer à 10 % la destruction annuelle du contingent de recrutement de la plie résultant de la pêcherie littorale du gammel dans le Deutsche Bucht. Il est d'avis que si cette destruction occasionnait effectivement une réduction de 10 % du produit de la pêcherie de la plie, ce dommage devrait être considéré comme très sérieux. Mais il estime que cette proportion est loin d'être atteinte et il base cette appréciation sur diverses considérations développées dans son remarquable mémoire sur l'utilité de la protection du jeune poisson[1]). Il tient compte, avant tout, de l'accélération de la croissance, résultant de la réduction du nombre des consommateurs d'aliments disponibles dans une région connue et des conséquences de cette accélération: augmentation de la quantité de chair de plie élaborée en un temps donné et, en outre, réduction du temps pendant lequel peuvent agir les causes naturelles de mortalité, et diminution du nombre d'individus capturés trop précocement par la pêcherie de haute mer.

On voit que cette partie du travail quitte les strictes limites de l'observation positive et des calculs sur facteurs précis, pour s'aventurer dans les voies moins sûres de l'évaluation et de la spéculation, — procédés permis, d'ailleurs aux avancées de première reconnaissance dans l'inconnu et servant surtout à l'indication des directives à suivre dans la recherche. Remarquons que Bückmann en terminant son mémoire de 1932[2]) précise, comme suit, trois déterminations qui réclament actuellement l'effort des chercheurs:

1. la détermination de l'importance du prélèvement exercé sur les stocks par les causes de mortalité naturelle et par la pêcherie;

2. la détermination des conditions actuelles de la croissance;

3. la détermination des relations existant entre la densité des stocks et la rapidité de cette croissance.

Il va de soi que ces trois problèmes doivent se poser dans chacune des régions biologiques qu'il y a lieu de distinguer dans la mer du Nord.

Cependant, sans attendre la solution de ces trois problèmes, et se basant sur les seuls résultats de l'enquête, Bückmann exprime l'avis *qu'il n'est pas prouvé* que le stock de plies utilisables du Sud de la Mer du Nord *est réellement endommagé* par la destruction de jeunes individus exercée par la pêche crevettière. Il ajoute que l'accélération de la croissance, liée à cette destruction, *doit compenser* la réduction marquée du nombre de pièces subie par le contingent de recrutement.

Certains sceptiques pourraient objecter que, d'autre part, *il n'est pas prouvé* que ce stock *n'est pas endommagé*, ni que la réduction marquée subie par le contingent de recrutement *est réellement équilibrée*, au point de vue de la pêcherie, par l'accélération de la croissance.

Sans doute, on doit tenir grand compte de l'avis d'un expert de la compétence du Dr. Bückmann, surtout si, dans le cas présent, il n'avait en vue que la Baie Allemande, au lieu de mentionner tout le Sud de la Mer du Nord (Südliche Nordsee).

---

[1]) A. Bückmann — Die Frage nach der Zweckmässigkeit des Schutzes untermassiger Fische. etc. Rapp. et Proc. Verb. Vol. LXXX, Copenhague 1932.

[2]) A. Bückmann. Ibid. p. 25.

On admettra que pour cette région il est prudent d'attendre les résultats complets d'une enquête sur la réalité du dommage général indiqué par un abaissement de la taille moyenne et par d'autres indications qui seraient bientôt obtenues si les mesures d'information générale proposées par Miss T. P e l h a m, étaient adoptées par tous les Etats riverains, et assistées par l'industrie privée.

Mais l'effet d'une destruction active du contingent de recrutement, l'effet d'une réduction de nombre sur la rapidité de la croissance et la proportion de l'effet d'une accélération de cette croissance sur la production de matière commerciale, sont précisément des questions qui réclament des *séries répétées* d'observations et d'expérimentations annuelles. La variabilité et la déceptivité des phénomènes biologiques de la mer exigent de telles dépenses d'activité et de temps: en ces matières l'acquisition de connaissances certaines est à ce prix.

Il est donc vivement à désirer que, conformément à l'avis des auteurs du mémoire eux-mêmes, le travail si bien entamé par l'Institut Biologique d'Helgoland, puisse être poursuivi sans interruption pendant plusieurs années et soit confié aux mêmes biologistes qui ont su le conduire avec tant d'activité.

Après trois années de liberté complète laissée à la pêcherie du gammel, sous le contrôle de ces mêmes recherches continues, l'établissement d'une taille minimale, à titre de mesure expérimentale et provisoire, pourrait être décrété, pour les trois années suivantes. On obtiendrait probablement ainsi, par comparaison de la période de liberté avec la période de prohibition la solution définitive d'une question très difficile, très urgente, mais qui semble s'éterniser par suite du défaut d'ampleur des moyens de recherche. Le "Deutsche Bucht" est, à coup sûr, une région privilégiée pour cette investigation, et si l'Allemagne, aidée par des accords internationaux pour la partie extra-territoriale, décidait d'en faire un vaste champ d'expérience, elle rendrait un grand service aux autres nations riveraines de la Mer du Nord et particulièrement à celles pour lesquelles la plie présente une grande importance commerciale.

Entretemps, d'autres pays poursuivraient outre leurs études générales de pêcherie, celle de leur pêcherie crevettière, celle des conditions biologiques de leur contingent de recrutement et celle des moyens d'utiliser l'excédent de celui-ci en faveur de la petite pêche de haute mer plutôt que de risquer de compromettre le recrutement général de tous les poissons à stade côtier en continuant à permettre une hécatombe effrénée de tout les êtres qui vivent au fond de la mer.

G. G.

E. A. Birge and **C. Juday.** "Solar Radiation and Inland Lakes. Fourth Report. Observations of 1931." Trans. Wisconsin Acad. of Sci., Arts and Letters. Vol. 27, 1932; and "Notes from Limnological Lab." Wis. Geol. Nat. Hist. Survey, No. 51.

Some account of the earlier papers in this valuable series has already been given in this journal (1932, VII, 2, 188—196). The main task of 1931 was to extend observations to greater depths of water, down to 19 m., and to smaller quantities of radiation, by employing a sensitive galvanometer, which was set up on shore and connected to the pyrlimnometer with a cable 183 m. in length. Transmission was followed till the total energy incident on a plane surface just above the water had been reduced to 0.01 %, or even less in some cases.

Most of the infra-red and much of the ultra-violet are absorbed in the first metre of lake water. Transmission depends upon the effect of water as such, upon the colour due to soluble coloured compounds and to turbidity. Colour differs greatly from lake to lake but is fairly constant for each. Turbidity varies from lake to lake and in each from time to time and from one depth to another. Its action is in part selective, in part non-selective, as regards its effect upon transmission of different spectral wave-lengths.

The lakes studied would transmit from 40 to 1.7 % of total incident energy of zenithal sunlight down to 1 m., the observed values being 39 to 1.0 % with sun at various altitudes. Of zenithal sunlight 1 % is transmitted to from 21.0 to 1.3 m. and 0.1 % is transmitted to from over 18 m. to 1.8 m. according to turbidity and colour.

An exceptionally clear lake may transmit from one metre level to the next as much as 85 % of the energy reaching the first level — once the first metre, at the surface, has absorbed the infra-red. In the sea values up to 95 % are given, with few under 80. The characteristic transmissions for lakes lie between 83 and 41 % per metre. Deeply coloured lakes have no constant characteristic transmission, but the transmission tends to increase with depth as the more heavily absorbed wave-lengths become insignificant; thus we have values such as 1—2 m., 21 %; 2—3 m., 28 %; 3—4 m., 38 % and even 1—2 m. 9 %; 2—3 m., 12 %.

W. R. G. A.

H. Gee, E. G. Moberg, D. M. Greenberg and **R. Revelle.** "Calcium Equilibrium in Sea Water." Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Tech. Series, Vol. 3, No. 7. La Jolla, Cal., 1932.

Die Untersuchung ist auf sechs Abschnitte verteilt und bezweckt eine allgemeine Orientierung sowie die Gewinnung eines qualitativen Urteils über sowohl die physikalisch-chemischen wie die biologischen Bedingungen für die Ausscheidung von Kalziumkarbonat im Meerwasser. Es wird zunächst konstatiert, und darin stimmen wir den Verfassern bei, dass ungeachtet der enormen Literatur auf diesem Gebiete, bisher noch keine einzige Arbeit vorlag, die es ermöglichte, die Frage nach der Kalklöslichkeit im Meerwasser quantitativ zu erfassen.

Im Abschnitt I werden dann die theoretischen Grundlagen des Kohlensäuregleichgewichts in Kürze von Gee erörtert. Die Kalklöslichkeit wird an der Hand einer von Hastings, Murray und Sendroy eingeführten Gleichung über die Abhängigkeit des Löslichkeitsproduktes des $CaCO_3$ von der Ionenstärke behandelt und annähernd zutreffend gefunden. Leider scheint die meines Erachtens wichtigste Arbeit auf diesem Gebiet, nämlich die von Bjerrum und Gjaldbaeck (Undersøgelser over de Faktorer, som bestemmer Jordbundens Reaktion; Kongl. Veterinær og Landbohøjskole; Aarsskrift 1919, Kopenhagen, S. 48) dem Verfasser nicht bekannt zu sein; es ergibt sich aus dieser u. a., dass das $CaCO_3$ gar kein Löslichkeitsprodukt im gewöhnlichen Sinne (als Konstante) besitzen kann, weil die Löslichkeit, wie schon 1872 Th. Schlösing experimentell erwiesen hat — was den Verfassern auch bekannt ist —, stets vom CO_2-Druck in der Atmosphäre über der Lösung abhängig ist. Wenn keine freie Atmosphäre vorhanden ist, bleibt immerhin eine von pH, Temperatur und Salzgehalt abhängige Menge von gasförmig gelösten CO_2 bestehen.

Abschnitt II (Gee, Greenberg, Moberg) enthält eine orientierende

Untersuchung über die Ca-Konzentration in Proben, welche im Thermostaten mit bzw. ohne festem $CaCO_3$ geschüttelt werden. In Übereinstimmung mit einer älteren Beobachtung von M c C l e n d o n ergibt sich, dass in den Proben mit festem $CaCO_3$ der CO_2-Gehalt abnimmt und pH saurer wird, was auf Ausfällung von $CaCO_3$ aus dem vorher offenbar an Ca übersättigten Wasser deutet. Die Analyse des Ca-Gehaltes gab zufolge Unzulänglichkeit der Methode keinen sicheren Aufschluss. Hätten die Verfasser vor und nach dem Schütteln die Titrationsalkalinität bestimmt, so hätte die Verminderung dieser Grösse direkt die Menge ausgefällter $CaCO_3$-Äquivalente angezeigt.

Im Abschnitt III (G e e, M o b e r g) wird qualitativ die Änderung der Gasphase auf die $CaCO_3$-Ausfällbarkeit untersucht. Langdauernde Durchleitung von CO_2-freier Luft führte zu keiner Ausfällung. In einem einzigen Fall mit tropischen Wasser von Tortugas, Florida, entstanden nach 7-tägigem Durchleiten bei 30° kleine Nadeln. Weitere Versuche mit Durchleitung von NH_3-haltiger Luft und darauffolgendem CO_2 ergaben, dass im ersten Falle Fällung eintritt, welche vom nachher durchgeleiteten CO_2 wieder gelöst wurde. Ungeachtet des Interesses, das die Verfasser diesen Versuchen entgegenbringen, so ergeben sie nichts, was nicht schon vorher bekannt wäre. Prinzipiell gleichbedeutend mit dem Durchleiten von NH_3 und viel einfacher wäre ein direkter Zusatz von NH_3-Lösung (oder auch NaOH). In jedem Falle wird die Alkalinität geändert — bei Zusatz von Lösung zwar auch der totale Salzgehalt — jedoch nicht mehr als in den ausgeführten Versuchen.

Im Abschnitt IV (G e e) wird eine Anordnung zur Sterilisation und zum sterilen Durchleiten von Gas beschrieben und im Abschnitt V die Versuche vom Abschnitt III unter aseptischen Bedingungen wiederholt, ohne jedoch Neues zu ergeben.

Im Abschnitt VI beschreibt R e v e l l e die erhaltenen Niederschläge. Es zeigt sich, dass die oben erwähnten Nadeln aus Aragonit bestehen. Sie sind ungefähr von derselben Grösse und von ähnlichem Aussehen wie diejenigen, die T. W. V a u g h a n früher im Bodenschlamm des Küstenwassers der Bahamainseln gefunden hat.

K. Buch.

J. B. Tait. "The Surface Water Drift in the Northern and Middle Areas of the North Sea and in the Faroe-Shetland Channel." Part II, Section 2: "A Cartographical Analysis of the Results of Scottish Surface Drift-Bottle Experiments commenced in the Year 1911." Fisheries, Scotland, Sci. Invest., 1931, No. III. Edinburgh, 1932.

Mr. T a i t's two earlier papers were noticed in Vol. VI of this journal (page 472). In 1911 some 240 bottles more (than in 1910) were set adrift off the east Scottish coast. Contrary to reasonable expectation that, in consequence, more 1911 bottles would strand on east British shores, fewer did so, and none so far south as certain 1910 specimens. As compared with 1910 bottle travels, many facts concerning the stranding places of those of 1911 origin are noteworthy. As regards liberations made to the west and northwest of Scotland, fewer recoveries resulted from east British shores, and many fewer from the eastern North Sea and Skagerrak. With respect to bottles "sown" within the North Sea however, a "relatively greater number" of recoveries resulted from its eastern border — except in the case of two areas of liberation. Bottles started in one of these areas — a roughly 80-mile broad strip of sea off the Norwegian coast north of 61° N. — provide

information of special significance concerning the breadth of the belt of waters leaving the North Sea, and one learns that some such individuals in both years stranded on eastern North Sea or Skagerrak shores. Strandings between the Elbe mouth and Blaavands Point were fewer; on the Jutland coast north of that point about equal; on Skagerrak shores slightly more numerous; but on the Norwegian coast above the Naze significantly more numerous. The results above cited, contrasting the stranding localities of 1911 and 1910 bottles, would seem, as we are told, to be explicable on the assumption that the great cyclonic circulatory system (whose existence, demonstrated by F u l t o n, is in no wise assailed as a broad generalisation) had functioned over a more restricted latitude range. T a i t is satisfied that they are ascribable to a change in the influence of his Great Northern North Sea Eddy (see earlier review) as between the two years. In 1911 it had a more precarious existence, a greatly restricted region of activity, and, though still elliptical in shape, its axis lay not N-S, but approximately NNW-SSE. This change resulted in a profound modification of the surface water movements over the northern and middle North Sea at large; there was a less strong push to the south and a greater impetus towards the east — so causing the "carry-away" of surface waters from *off* the British east coast held responsible for the fewness of strandings there. At times (in summer) the belt of north-flowing surface water east of the Great Eddy was of no greater width than some 50 to 60 miles.

Due to the disposition of liberations, far too few 1911 bottles resulted in short period continental returns which could fill the rôle of "indicators" suited to subserve the requirements of analysis (on 1910 lines) of long period histories. T a i t's procedure, adopted in consequence, makes his present analysis much more exacting than the previous one. He was constrained to extend greatly the utility of such short-period return data as were available, by using them to construct a time-velocity curve (one for 1910 is also given) from which he could read off speeds appropriate to epochs concerned — for use in the analysis of long-period travels. By this means, he succeeds in the course of his paper, which is a mass of closely woven argument, in assigning routes to bottles long away and in presenting three quarterly synoptic charts portraying the surface currents of the North Sea and northern approaches. His allotment of routes to long-period drifters, involves the invocation of various swirls regarded as delaying agencies. The North-East Dogger Bank Swirl is concerned, as are too those in the Moray Firth and off the mid-east Scottish coast, and "periods of circuit" are established. An achievement clearly very pleasing to the author is his demonstration of the existence of a Lindesnaes Swirl (cf. B ö h n e c k e) which later merges with the North-East Dogger Bank Eddy. The South-West Dogger Bank Eddy seems not to have "captured" any drifter temporarily — an outcome of the lesser southing in the water movements already spoken of. Commenting on his time-velocity curves, T a i t gives the impression of reposing more confidence in them than might, by some people, be thought justifiable, but he is careful to state quite clearly the assumptions made as to their "representativeness" of wide areas. We are told that the speed of the surface water flow in the areas concerned is maximal between April and June (somewhat more than 12½ miles per day) and minimal in December (*circa* 5 miles per day). The reviewer is here interested to point out that these times of attainment of greatest and least speed are just the reverse of those displayed by the inflow from Dover Straits.

The findings of 1910 regarding the bifurcation of the stream heading from the ocean into the Faroe-Shetland Channel and the paths followed by

the two daughter streams (see earlier review) are borne out — as are also those concerning the significantly greater flow in through the Shetland-Norway opening than *via* the Shetland-Scotland passages. A northgoing flow up the northernmost stretch of eastern Scotland again manifested itself, though at a later season. Exigencies of space preclude citation from a large body of other important findings and discussion upon any controversial matters. On laying down this report somewhat exhausted, one feels that it is the soberest praise to describe it as a work of great importance.

J. N. Carruthers.

C. Haberlin und **P. Perlewitz.** "Klima-Atlas für die Meeresheilkunde an der deutschen Seeküste." Carl Griese, Hamburg, 1932.

The Atlas contains 27 charts and diagrams showing, by curves and colours, climatic conditions principally for Germany and the bordering seas but also over more extended areas, viz. Europe, the Atlantic and surrounding continents.

The size of the atlas is 31 × 23 cm., and charts and diagrams occupy 24 out of the 56 pages which it contains. Detailed explanations of the charts are given, and some remarks on features of special interest to medical men are included, such as, for instance, the iodine content of soil, water and air.

Among the climatic factors, temperature is shown by means of charts and graphs; isotherms are given for Germany and western Europe (in small inserted maps) for July and January and for Denmark for May and December. There are also charts for the frequency of temperature changes above and below the freezing point and for the geopraphical distribution of yearly range of temperature, and so on. Atmospheric pressure and winds are dealt with for the Atlantic during February and August and representations are given of the ocean currents in the north-eastern Atlantic, the temperature and salinity of the water in the North Sea and Baltic during February and various other climatic conditions and their effect on the vegetation.

Dr. Haberlin mentions in the introduction that the intention of the present publication is to collect and disseminate the scientific knowledge obtained at various places and the publication may be considered a popular treatment of the subject. The sources of information used are stated.

J. P. Jacobsen.

H. R. Seiwell. "Some physical characteristics of the water of Penobscot Bay, Maine, especially in relation to the tides, and a discussion of the results obtained by duplicate measurements of specific gravity of sea water by the Knudsen and plummet methods." Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. Bd. 27, H. 2/3. Leipzig 1932.

As the title indicates, this treatise covers two sections, one dealing with the hydrography of Penobscot Bay, and another with the question of the determination of specific gravity of sea water through the determination of its chlorine content.

The author himself remarks that the proposition was not to attempt to analyse the hydrological variations in respect of the water movements in Penobscot Bay, as the number of observations is insufficient. Although several interesting features connected with hydrographical variations in the Bay, in

relation to the tides, are described in the first section of the paper, they will not be discussed here, being mostly of local interest.

Of more general interest is the section dealing with the differences between the determination of σ_0 by chlorine titration and Knudsen's Hydrographical Tables and the direct determination of σ_0 by the hydrostatical plummet method (σ_0 via Cl — σ_0 direct). For 43 duplicate measurements with water samples from Penobscot Bay the author has found values for $\sigma_{0\ Cl} - \sigma_{0\ direct}$ varying from —0.03 to +0.15 and averaging 0.068. The question then arises whether the composition of the substances dissolved in the water of Penobscot Bay would involve a greater value of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ than ordinarily accepted for North Atlantic water (0.01 or 0.02).

Considering the nature of the water in Penobscot Bay it is difficult to believe that the difference $\sigma_{0\ Cl} - \sigma_{0\ (direct.} = 0.068$ should be real, but as few experimental details only are given in the paper the methods cannot be fully discussed. To obtain σ_0 the author has first determined the density at temperatures between 19° and 24°, a method which may imply less accuracy than a direct determination of the density at 0°. The author gives reasons for believing that no appreciable amount of silica was dissolved into the sea water from the glass containers, but there are various other questions which cannot be judged from the descriptions in the paper, viz. the amount of silica in the distilled water, homogeneity of temperature in the water during weighing, thermal reluctance[1]) of the plummet and correction for surplus silver nitrate in the titration of low chlorinity samples.

The values of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ for the 43 samples from Penobscot Bay may be summarized as follows:

$\sigma_{0(Cl)}$	0	5	10	15	20	24	25	26
Number of samples	6	2	1	2	5	6	21	
Mean of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$	0.118	0.085	0.100	0.055	0.074	0.073	0.049	

Calculating the standard deviation ε of the 21 values of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ for values of $\sigma_{0(Cl)}$ between 25 and 26 one gets $\varepsilon = 0.045$. Then the standard deviation of the mean 0.049 of the values of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ would be 0.01, and the mean difference 0.049 would be acceptable as significant.

It must be remarked, however, that the values of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ are rather highly correlated with the place from which the samples were taken. From the two outer stations in the Bay — Stat. 21 and 22 — 11 and 9 samples respectively were treated and showed the following means for $\sigma_{0\ (Cl)}$ and $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0\ (direct)}$.

	Number of samples	Mean of $\sigma_{0(Cl)}$	Mean of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$
Stat. 21	11	25.51	0.092
Stat. 22	9	25.39	0.026

The difference between the mean values of $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ for the two stations amounts to 0.066, but the water in these localities can differ to a slight degree only and the difference 0.066 must therefore be suspected as having arisen from the methods employed.

The author found that the values of $\sigma_{0\ (Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ for 13 samples from Frenchmans Bay are small only — averaging 0.018. The values of $\sigma_{0\ (Cl)}$

[1]) This expression denotes the phenomenon that the volume of the plummet is not always the same at the same temperature.

average for these samples 25.87, but still it is difficult to understand how the values af $\sigma_{0(Cl)} - \sigma_{0(direct)}$ should differ so greatly as between the water of Frenchmans Bay and the water in the outer part of Penobscot Bay, since the distance between the two bays is some 30 miles only. Until the opposite has been proved by further investigation the reviewer would be inclined to believe that the differences of $\sigma_{0(Cl)}$ and $\sigma_{0(direct)}$ for the water in the outer part of Penobscot Bay are due mainly to systematic errors in the methods.

For deciding the question, the determination of the density at 0° directly by the pycnometer method and of the chlorine content by the Volhard titration method may possibly yield the best results.

J. P. Jacobsen.

E. Palmén. "Über die Einwirkung des Windes auf die Neigung der Meeresoberfläche." Soc. Sci. Fennica. Com. Phys. — Mat. VI, 14. Helsingfors und Berlin, 1932. "Versuch zur Bestimmung des Tangentialdruckes des Windes auf die Meeresoberfläche mittels Wasserstandbeobachtungen." Ann. d. Hydr. u. Mar. Met. LX. Talmy., H. XI. Berlin, 1932.

The records of the height of the sea level at stations around the Gulfs of Finland and Bothnia afford excellent material for a study of the inclination of the sea surface under different conditions. Palmén's analysis shows that this inclination is the result of three factors; the distribution of the atmospheric pressure, the effect of the currents which are produced by the wind, and the effect of the tangential stress which the wind exerts on the surface. Selecting cases in which conditions could be considered stationary Palmén succeeds in eliminating the first two factors and in establishing a well-founded relation between the inclination of the surface in the direction of the wind (der Windstau) and the wind velocity, w, (in cm./sec):

$$\sin \psi = 2.1\ 10^{-10} w + 0.32\ 10^{-12} w^2$$

This relation is derived from observations within an area with a mean depth of 70 m. Comparions with conditions in areas of smaller average depth showed that the piling up by the wind was reversed proportionally to the depth, in agreement with theoretical considerations.

Using Ekman's relation between the inclination of the surface and the tangential stress of the wind, T, Palmén finds, after having taken the effect of the earth's rotation into account:

$$T = 0.14\ 10^{-2} w + 0.022\ 10^{-4} w^2 \quad (\text{cm.}^{-1}\ \text{gr.}\ \text{sec.}^{-2})$$

while Ekman had previously obtained $T = 0.032\ 10^{-4} w^2$. The two expressions agree well at wind velocities greater than 8 metres per second.

Palmén's data also fit an equation of the form $T = k\ w^{\frac{3}{2}}$ and he concludes that the tangential stress of the wind can be expressed in general by $T = k\ w^n$, where n lies between 1 and 2. It may be mentioned that the writer, when discussing the wind drift in the Weddel Sea (Ann. d. Hydr. u. Mar. Met., 1928, 265—270) found $T = k\ w^{\frac{3}{2}}$.

The velocity of the wind current is also known in the region from which Palmén derived his relation and, supposing that the coefficient of eddy viscosity, μ, does not vary with depth, he finds:

$$\mu = 78 + 24\ 10^{-2} w + 1.9\ 10^{-4} w^2 \quad (\text{cm.}^{-1}\ \text{gr.}\ \text{sec.}^{-1})$$

or at wind velocities 1, 5 and 10 m./sec., μ = 104, 216 and 408, in good agreement with earlier determinations.

Palmén also attempts a study of the relations if the eddy viscosity varies with depth, but he has made a mistake when deriving his formulae. Dr. Fjeldstad has revised Palmén's computations and has found that the value of the eddy viscosity comes out somewhat greater if it is supposed to decrease with depth, but the difference is much smaller than obtained by Palmén.

H. U. S.

K. Suda. "On the dissipations of energy in the density current." Geophys. Mag. Vol. VI, No. 3. Tokyo, 1932.

Nachdem über die Turbulenz in Triftströmungen bereits eine Reihe von Untersuchungen vorhanden ist, unternimmt Verf. eine Abschätzung des Energieverbrauchs in Strömen, die durch Dichte-Unterschiede hervorgerufen werden, an zwei Beispielen: einem Schnitt durch den Kuroschio und einer Isopyknenkarte des Japanischen Meeres für 50 m. Tiefe. Er berechnet zuerst die Geschwindigkeiten nach der Methode von Bjerknes und unter Anwendung des Satzes von Ekman und Helland — Hansen über die parallelen Felder, also unter Vernachlässigung der Reibung. Aus den Unterschieden der so gefundenen Geschwindigkeiten ermittelt er sodann unter Annahme plausibler Reibungskoeffizienten die Verluste durch Reibung. Dies Verfahren könnte auf den ersten Blick bedenklich erscheinen; prüft man aber die vom Verf. angegebenen Zahlenwerte, so weit möglich, so findet man, dass die Reibungskräfte nur wenige % der Solenoidkräfte erreichen, und dass das Vorgehen des Verf. nicht ein *circulus vitiosus* ist, sondern als eine schrittweise Näherung angesehen werden darf, weil bei Einbeziehung der Reibungskräfte in die dynamischen Gleichungen die Geschwindigkeiten nur wenige % anders herauskommen würden. Leider verzichtet Verf. auf eine nähere Begründung in diesem Sinne und beschränkt sich darauf mitzuteilen, dass Strommessungen das nach Bjerknes berechnete Stromsystem bestätigt hätten. Ob es jedoch berechtigt ist, für den Kuroschio den aus den Temperaturen gefundenen Vermischungskoeffizienten μ zugleich als Faktor für die Übertragung der Bewegungsgrösse zu verwenden, erscheint nicht als ausgemacht, zumal im Japanischen Meere für den letzteren etwa 20mal so grosse Werte festgestellt werden, als für den ersteren.

Doch wenn man auch mit dem Verf., dem diese Dinge keineswegs entgehen, die Ergebnisse als vorläufige wertet, so bietet der Vergleich der Zahlen unter einander viele Aufschlüsse, von denen nur einige hervorgehoben seien. Der Kuroschio erweist sich eingebettet in kälteres Wasser; die Energieverluste durch Reibung über einander hinweggleitender Schichten stellen sich als 100 bis 1000mal so gross dar, wie die zwischen neben einander bewegten. Im Japanischen Meere erreichen die Verluste eine gleiche Grössenordnung in dem Arme des Tsuschima-Stroms, der an der japanischen Küste entlang fliesst, und in demjenigen, der in weitem Bogen nordwestwärts ausholt und sich bis auf etwa $^2/_3$ der Breite dieses Meeres dem Festlande nähert. Sehr klein dagegen sind sie in dem Wirbelgebiete zwischen beiden Stromzweigen und in dem an die festländische Küste sich drängenden, von Norden kommenden Limanstrome. Nähere und endgültige Feststellungen wird man von der ins Auge gefassten Fortsetzung der Beobachtungen erwarten dürfen.

H. Thorade.

W. R. G. Atkins. "The Copper Content of Sea-Water." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XVIII, No. 1. Plymouth, 1932.

Es ist seit langem bekannt, dass Seetiere und Seepflanzen geringe Mengen Kupfer enthalten. Eine wesentliche Rolle spielt das Kupfer offenbar als Bestandteil des Atmungsfarbstoffes der Crustaceen. Obgleich demnach auch im Phytoplankton und ebenso in gelöster Form im Seewasser Kupfer vorhanden sein muss, lagen bisher keine zuverlässigen Analysen darüber vor. Atkins hat nach unbefriedigenden Versuchen, das Kupfer direkt mit Kaliumäthylxanthat oder Natriumdiäthyldithiokarbamat nachzuweisen, ein Verfahren ausgearbeitet, das auf vorheriger Konzentrierung des Kupfers durch elektrolytische Abscheidung beruht.

Ein Liter Seewasser wird bis an den Siedepunkt erwärmt und bei 2 Volt mit einer Platinnetz Kathode elektrolysiert. Nach ungefähr drei Stunden hat sich das Kupfer vollständig abgeschieden, was durch weiteres Elektrolysieren mit einem neuen Platinnetz kontrolliert wird. Das am Platin unsichtbar niedergeschlagene Kupfer wird in verdünnter Schwefelsäure gelöst und nach der Neutralisierung mit 0.1 %iger Natriumdiäthyldithiokarbamat-Lösung versetzt und gegen Kupferstandardlösung kolorimetriert. In einer Probe von der Kanalmündung (Station E 1. März 1931, 0 m.) wurde auf diese Weise 9.7 mg. Cu pro $m.^3$ gefunden. Der Verfasser macht darauf aufmerksam, dass Wasserschöpfer aus Messing oder Bronze Kupfer an das Seewasser abgeben.

H. W.

W. R. G. Atkins. "Nitrate in sea-water and its estimation by means of diphenylbenzidine." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XVIII, No. 1. Plymouth, 1932.

Obwohl die von Harvey ausgearbeitete Strychnin-Methode zur Bestimmung des Nitrats im Meere in der Hand der meisten Autoren ausgezeichnete Resultate gibt, und zum ersten Male eine extensive Erforschung der Stickstoff-Verhältnisse des Meeres erlaubt hat, so bereitet doch die Herstellung des Reagenzes zuweilen einige Schwierigkeiten. Das neue Diphenylbenzidin-Reagenz von Atkins ist bei gleicher Empfindlichkeit leicht und schnell zu bereiten, vor allem wenn man eine einwandfreie Schwefelsäure besitzt. Diese kann man sich aus käuflicher, meist etwas stickstoffhaltiger Säure durch Zusatz von ganz wenig Schwefelwasserstoff bereiten, am besten indem man in eine Portion einige Blasen H_2S einleitet, und davon so viel zu dem Rest zufügt, dass bei dem im Folgenden beschriebenen Verfahren gerade keine oder nur eine sehr schwache Blaufärbung auftritt.

Das Reagenz bereitet man sich durch Auflösung von 0.02 g. Diphenylbenzidin in 100 $cm.^3$ Schwefelsäure. Beim Lösen muss sehr gut geschüttelt werden, damit vollkommene Mischung eintritt. Käufliches Diphenylbenzidin wird aus siedendem Toluol umkristallisiert. Das Reagenz soll farblos oder ganz schwach bläulich sein. Zum Nachweis von Nitrat wird zu 2.5 $cm.^3$ Seewasser zunächst 6 $cm.^3$ Schwefelsäure gegeben, und nach dem Abkühlen 1.5 $cm.^3$ des Reagenzes hinzugefügt. Würde man gleich das Reagenz zusetzen, so würde durch die starke Erwärmung die Farbe in unkontrollierbarer Weise beeinflusst werden. Die Farben-Intensität nimmt in den ersten Stunden schnell, später langsam zu. Man vergleicht am besten nach ungefähr 24 Stunden. Als Vergleichsfarbe zum Kolorimetrieren empfiehlt der Verfasser indigosulphonsaures Natrium.

Atkins hat eine Reihe von Faktoren daraufhin untersucht, ob sie den

Verlauf der Reaktion störend beeinflussen. Bemerkenswert ist zunächst, dass die Intensität sehr von dem Verhältnis Wasser : Säure abhängt. Das Maximum wird erreicht, wenn drei Volumina Wasser auf acht Volumina Säure genommen werden. Bei anderen Verhältnissen ist die Reaktion wesentlich schwächer. Als ein zweifelloser Vorzug vor dem Strychnin-Reagenz ist hervorzuheben, dass die entstandene blaue Färbung absolut unempfindlich gegen Licht ist. Organische Substanzen, Staub, Plankton usw. stören die Reaktion ebenso wie bei dem Harveyschen Reagenz (vergl. das nachstehende Referat). Naturgemäss müssen brennende Flammen und sonstige Quellen stickstoffhaltiger Dämpfe aus dem Arbeitsraum ferngehalten werden. In Kochsalzlösung, also auch in Seewasser ist die Färbung intensiver als in destilliertem Wasser. Die Standard-Nitratlösungen bereitet man sich daher am besten mit einer Kochsalzlösung oder einem nitratarmen Seewasser.

Eisen, arsenige Säure und Arsensäure stören die Reaktion bei den im Meere vorkommenden Konzentrationen nicht. Nitrit gibt normalerweise etwa zwei Drittel der Farbe, die eine gleiche Nitratmenge gibt. Bei sehr schnellem Kühlen nach Zusatz der Schwefelsäure erzeugt Nitrit die gleiche Intensität wie Nitrat. Im allgemeinen ist jedoch die Korrektur für Nitrit so klein, dass diese Unterschiede keine Rolle spielen. Noch nicht ganz geklärt ist die Frage, in wieweit Jodat im Seewasser von Bedeutung für die Nitratbestimmung ist. Jodat gibt dieselbe Farbe wie eine äquivalente Menge Nitrat. Man kann den Einfluss des Jodats durch zugesetztes Jodid eliminieren, da das entstehende Jod auf das Reagenz nicht einwirkt. Da im Seewasser nun sicher ein beträchtlicher Teil des anorganisch gebundenen Jods als Jodid vorliegt, so wird das Jodat sowieso nur zum kleinsten Teile störend wirken.

Der Referent hat selbst die besten Erfahrungen mit dem neuen Nitrat-Reagenz von Atkins gemacht.

H. W.

L. H. N. Cooper. "The Determination of Nitrate in the Sea by Means of Reduced Strychnine." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XVIII, No. 1. Plymouth, 1932.

Fast alle Autoren, welche das Strychnin-Schwefelsäure-Reagenz von Harvey zur Nitratbestimmung verwendeten, erhielten einwandfreie Resultate, wenn die nötigen Vorsichtsmassregeln beobachtet wurden. Um gelegentlich aufgetauchte Zweifel an der Zuverlässigkeit des Reagenzes zu entkräften, hat Cooper dankenswerterweise alle Störungsquellen einer eingehenden Nachprüfung unterzogen und kommt zu folgenden Ergebnissen:

Sollte die Schwefelsäure, die zur Bereitung des Reagenzes dient, Spuren von Stickoxyden enthalten, so kann man diese im wesentlichen entfernen durch ein- bis zweistündiges Erhitzen auf ungefähr 300° mit einem Kristall von Ammoniumsulphat. Oder man reduziert die Stickoxyde nach Atkins (Nature 1932, S. 98) durch so wenig Schwefelwasserstoff, dass sie gerade noch mit Diphenylbenzidin eine ganz schwache Blaufärbung gibt (vergl. voriges Referat). Wenn in den untersuchten Wasserproben sehr viel Plankton enthalten ist, so wird bekanntlich die Nitratbestimmung gestört. Solche Proben sind zu zentrifugieren oder zu filtrieren. Zur Sicherheit kann man durch zugesetzte verschiedene Mengen Nitrat eine Störung durch gelöste organische Substanzen aufdecken. Jod und Jodat sowie Eisen sind in den im Meere vorkommenden Konzentrationen von keinerlei Einfluss auf die Nitratreaktion. Da ausser dem Nitrat auch Nitrit mit dem Reagenz eine Rotfärbung gibt, so ist bei beträchtlichem Gehalte an Nitrit, die aber selten vorkommen, das nach Griess-Ilosvay bestimmte Nitrit abzuziehen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Farbe, die Nitrit-Stickstoff ergibt, etwa 20—40 % schwächer ist, als die durch Nitrat-Stickstoff hervorgerufene. Als kolorimetrische Vergleichslösung empfiehlt der Verfasser eine 0.0008 %ige Lösung von Safranin, deren Intensität etwa der durch 90—130 mg. Stickstoff entwickelten Nitratfärbung entspricht.

H. W.

Per Ottestad. "On the Biology of some Southern Copepoda." Det norske Videnskabs-Akademi. Hvalrådets Skrifter, Nr. 5. Oslo, 1932.

This paper is an account of some of the Copepoda taken during the voyage of the "Vikingen" to the Weddel Sea in 1927—8. The species dealt with are *Calanus acutus, C. propinquus, Rhincalanus grandis, Metridia gerlachei,* and, very briefly, *M. curticauda.*

Hydrographic observations indicate the existence in this locality of a surface layer of negative temperature and low salinity, a warmer intermediate layer of higher salinity of Atlantic origin, and, close to the bottom, below 1500 m., Antarctic water with a negative temperature. Only the two upper layers were investigated, two vertical hauls, one in each layer, being made at various positions, fourteen in all, during the Antarctic summer between 27th October, 1927, and 12th February, 1928.

Calanus acutus, the most abundant Copepod in Antarctic regions, where it occupies a position corresponding to that of *Calanus finmarchicus* in northern waters, is discussed at greatest length. This species is mainly found in the Polar surface layer, where spawning begins at the end of November. Three groups, distinguished by their sizes and, in part, by their local distribution, are identified in the material examined, and the view is put forward that they have originated in waters of different temperatures and have been carried by currents to the locality in which they are now found. One of these groups, the smallest in size is, it is suggested, carried from warmer waters towards the south in the intermediate layer. The two groups of larger specimens are regarded as coming in independently from the south. The spawning of these three groups, it is maintained, provides the whole stock for the current year, the adults dying after spawning. The author rejects the possibility of a biennial development, on the one hand, and, on the other, considers that there is no evidence for thinking that the produce of one year will spawn before the following winter.

Calanus propinquus, another abundant copepod, exhibits a parallel course of development to *C. acutus,* and the material furnished three corresponding size groups.

Rhincalanus grandis is found principally in the intermediate layer and hence it is inferred, with some probability, that it is of Atlantic or sub-Antarctic origin (the latter surely is the more likely) and not, as has generally been assumed, a typically Antarctic species. The absence of nauplii and of the earlier copepodite stages seems to show that it does not spawn in the Weddel Sea.

Metridia gerlachei is probably, after *C. acutus* and *C. propinquus,* the most characteristic Antarctic copepod. The author admits its Antarctic character, though he remarks that it occurs principally in the intermediate layer. He does not put forward the obvious explanation of this, namely, that the genus Metridia is one which undertakes very extensive diurnal vertical migrations, an allied species *M. lucens* descending below 200 m. by day,

though he hints that this may be the cause of its not being found in the upper 50 m., "at all events not during the day-time".

If the author's conclusions lay themselves open to criticism it is mainly because they are based on the assumption that the copepod distribution is uniform, not patchy, and that a single haul may be taken as representative of a large area. Such an assumption may be true, but it would not hold good in some northern temperate waters, where adjacent hauls may give widely differing results as regards the proportions of the different stages of development present. Further no allowance is made for the fact that in catches with a net of composite mesh, the smaller stages, which would pass through the meshes of the coarser portion, are strained from a much smaller quantity of water than are the larger stages and consequently their numbers are not represented in their true proportions.

Papers such as this, on the biology of selected species, are a welcome addition to the lists of purely systematic treatises, necessary as the latter may be in the preliminary survey of an area.

G. P. F.

A. C. Gardiner. "Vertical distribution in *Calanus finmarchicus*." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XVIII, No. 2. Plymouth. 1933.

This important contribution to the study of *Calanus*, based on a technique which has not been used before, may be described as a modification of F. S. Russell's method of horizontally hauled tow-nets with the tow-nets replaced by Hardy (non-recording) plankton indicators, which consist of metal cylinders with narrow mouths and detachable silk discs to filter the macroplankton. Three of these instruments were fixed to a single warp so as to be towed horizontally at approximate depths near the surface, in mid-water and near the bottom; each haul extended for 1 mile and took 20 minutes. This method has advantages over Russell's in that the error of bringing the open "net" to the surface at the end of each haul is diminished since each haul occupies a longer time, and that a number of instruments can be fished on the same warp more conveniently. It has the disadvantage compared to townets hauled either horizontally or vertically that the catches are much smaller and consequently may be less representative. This error might be reduced, however, as pointed out by the author, by using indicators with larger mouths.

The main series of observations was made during the hours of daylight in May, 1931, in the North Sea off Shields, where the spring herring fishery is centred. Since all the catches were counted in three categories — stage VI (adults), stage V and stages IV + III, the author has established that in the North Sea in spring young *Calanus* (IV + III) are concentrated by day near the surface at a little less than 10 fathoms, and that the distribution of older stages is erratic, but on the whole they are concentrated in rather deeper water, the adults a little below stage V. Furthermore the measurement of lengths shows that in stage V the larger individuals live a little below the smaller. The results, presented numerically and graphically, show clearly how the population varies from station to station. Thus there is further evidence of the "importance of the ontogenetical state of the individual in relation to its vertical distribution", but since the observations were made at various times from 6 a. m. to 6 p. m. (sunrise and set at 4 a. m. and 8 p. m.) it should be stressed that the position at which the majority of

individuals occurred throughout the days may have been influenced by diurnal migrations, because recent workers have shown that these are not confined to the hours immediately around sunset and sunrise.

In appendix A, "*Diurnal* migration of *C. finmarchicus*" (pp. 595—599) a discussion of results by Russell and Savage on this subject is followed by an account of 24 hours' observations in a prescribed area, hauls being made with three indicators at different depths before and after sunset and sunrise and at 1.45 a. m. The results are plotted on the percentage basis and are a little misleading in view of the rather small number of individuals caught and counted. They indicate that adults and stage V move downward slowly from midday till midnight, a surprising result in view of Russell's work in the Plymouth area, which shows the reverse migration. The young stages seem to remain in the upper layers throughout the 24 hours.

Appendix B, "Rate of sinking of *C. finmarchicus*" (pp. 599—602), with the assistance of J. A. Robertson, shows the times taken by *Calanus* of various sizes to sink through a column of sea water 250 mm. high, when narcotized by urethane. This is a subject of prime importance in studying the vertical movements of planktonic organisms, and other workers might do well to follow Gardiner's example. From the figures given it seems that the downward migration of this species may be accounted for by a passive sinking, but the figures cannot attain true significance until detailed work is done on the vertical distribution through the periods over dawn and dusk, in order to show the actual speed of the descending migration.

E. B. Worthington.

1. **J. A. Fraser.** "Observations on the fauna and constituents of an estuarine mud in a polluted area." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XVIII, No. 1, S. 69—85. Plymouth, 1932.

2. **M. E. Pirrie, J. R. Bruce** and **H. B. Moore.** "A quantitative study of the fauna of the sandy beach at Port Erin." Ebenda, S. 279—296.

3. **J. E. Smith.** "The shell gravel deposits, and the infauna of the Eddystone Grounds." Ebenda, S. 243—278.

Die unter 1) und 2) genannten Arbeiten sind Stranduntersuchungen, bei denen die Proben mit dem Spaten in der trockenliegenden Gezeitenzone erhalten wurden. J. A. Fraser untersuchte jeweils eine Fläche von 25 × 25 cm. bis zur Tiefe von 7.5 m. Die Tiere wurden in einem Sieb mit der Maschenweite 2.5 mm. ausgesondert.

Die Forscher von Port Erin mussten bei der dünnen Besiedelung des offenen Strandes 50 × 50 cm. grosse Flächen 20 cm. tief ausheben und jedesmal 72.5 kg. Sand durch ein 2 mm.-Sieb durchspülen, was schon allein eine erhebliche Leistung darstellt.

J. E. Smith arbeitete auf tieferem Wasser auf schwer zu erfassendem Grund. Der Bodengreifer Petersen war bei dem aus Schill und Kies bestehenden Boden nicht zu verwenden. Daher wurde eine konische Sackdretsche benutzt, welche gut vergleichbare Resultate lieferte. Die Positionen der einzelnen Stationen, welche alle in Sichtweite des Eddystone lagen, konnten mittels eines Entfernungsmessers genau bestimmt werden, doch machte die Probegewinnung diese Genauigkeit z. Tl. wieder illusorisch. Man weiss bei der Dretsche nicht, wann sie in den Boden einhakt und sich füllt. Das Schiff legte während des Fanges jedesmal eine Strecke von 20—200 yards zurück,

je nach der Strömung. Aus der unveränderten Mitte des Inhaltes der Sackdretsche wurde 1 l. Sediment entnommen und zur quantitativen Auslese der Tiere durch ein Sieb mit der Maschenweite 1.5 mm. gesiebt. Qualitativ wurden die Tierarten ausserdem aus dem Rest des Dretscheninhaltes und aus Fängen mit einer gewöhnlichen, feinmaschigen Dretsche untersucht.

Alle drei Arbeiten zeichnen sich dadurch aus, dass die Verfasser genaue Bodenanalysen ausgeführt haben und sich bemühen, den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Tierbesiedelung zu erfassen. Wir erhalten auf diese Weise zahlmässige Angaben über die Korngrössen, die im Gegensatz zu den ungenauen Begriffen ("feiner" oder "grober" Sand u. a.) einen Vergleich der verschiedenen Gegenden erlauben.

Die Methode der Bodenuntersuchungen lehnt sich an die von E. J. Allen eingeführte an. Von einer Probe des Sediments wurde der prozentuale Anteil der Korngrössen bis zu 0.5 mm. Durchmesser durch Aussieben erhalten, die kleineren Fraktionen wurden durch Ausschlämmen getrennt, wozu Fraser Nobel's Elutriator und M. Pirrie und ihre Mitarbeiter einen einfachen Schlämmzylinder benutzten. Bei den Kies und Schillproben vom Eddystone-Grund war der Gehalt an Feinstem nur gering. Es wurden nur die Schlickteilchen abgetrennt, welche nach 1 Minute noch im Schlämmgefäss schwebten. Dagegen bestimmte J. E. Smith bei seinen Proben den Schillgehalt und die Anzahl der heilen Molluskenschalen besonders.

Ausführliche Tabellen geben in allen drei Arbeiten Aufschluss über die Korngrössen. J. E. Smith stellt ausserdem nach dem Vorgang von Borley die repräsentative Korngrössenzahl auf und verwendet sie bei der Schilderung des Bodens und der Endobiose.

Für biologische Zwecke reichen die angewandten Untersuchungsmethoden sicher völlig aus. Nach Ansicht des Referenten wird man auch mit weniger ausführlichen Bodenanalysen auskommen, denn in der Regel ist nicht die Zeit vorhanden, solche durchzuführen. Wünschenswert sind bei ökologischen Untersuchungen noch Angaben über die Festigkeit des Sediments, denn diese spielt bei der Besiedelung eine wichtige Rolle. Für die Untersuchung der Strandfauna ist die Maschenweite von 2.5 und 2 mm. reichlich gross. Es dürfte sich empfehlen, zur Ergänzung kleinere Proben mittels engerer Siebe zu untersuchen.

Es ist nicht möglich, hier auf alle interessanten Einzelheiten einzugehen, ich kann nur einige Tatsachen herausgreifen.

J. A. Fraser's Arbeitsgebiet ist etwa 3/4 Sm. lang und 275 m. breit und liegt bei Liverpool in Mündungsgebiet des Merseyflusses, welcher stark mit verschiedenenartigen Abwässern verschmutzt ist. Als Folge der in den letzten Jahren verstärkten Verschmutzung wird eine starke Wassertrübung und Ablagerung von Schlick angesehen, welcher für die Bodentiere direkt oder indirekt überreiche Nahrung bietet, aber gleichzeitig eine Artenarmut hervorruft. (Salzgehalt bei Niedrigwasser 13 $^0/_{00}$, bei Hochwasser 20 $^0/_{00}$, Tidenhub etwa 7 m., wobei Niedrigwasser bei 4 und Hochwasser bei 26 Fuss liegt).

Nach einer ökologischen Übersicht über 5 verschiedene Bodenarten mit ihrer Fauna werden die Bodenanalysen besprochen, dann die Ergebnisse der quantitativen Aufnahme der Mollusken und die Beziehungen der Fauna zur Bodenbeschaffenheit und Wassertiefe.

Dicht besiedelt ist ein steiniger Bezirk (zwischen 16 und 23 Fuss); wesentlich hierfür sind die Schlickansammlungen zwischen den Steinen, die auf einer Tonschicht liegen und in Sand eingebettet sind. *Mya arenaria* erreicht hier in den tiefen Lagen 3872 Stück auf 1 m.^{2}, bleibt aber infolge verschiedener Standortsfaktoren relativ klein. Auch kleine *Macoma baltica*

kommen hier in grossen Mengen vor (1443 auf 1 m.²). Die Verteilung der Tiere im Sediment wird auf einer sehr anschaulichen Skizze gezeigt (S. 83).

Ein zwischen halber Tide und 23 Fuss liegendes Gebiet mit dickem, beständigem Schlick trägt eine üppige Diatomeenschicht und beherbergt *Macoma baltica* (bis 5928 Stück auf 1 m.²). Auch *Nereis diversicolor* ist hier häufig.

Eine Zone unter 14 Fuss enthält nicht begehbaren, weichen, beweglichen Schlick. Darin wurden nur einige *Nereis diversicolor* gefunden.

Ein Gebiet mit schlickigem, oberflächlich oxydiertem und unten schwarzem Sand ist durch *Corophium volutator* ausgezeichnet und enthält geringere Mengen der genannten Muscheln.

Der sandige Strandstreifen über 23 Fuss enthielt keine Endobiose (von grösseren Tieren), nur einige *Litorina* und *Carcinus* wurde beobachtet.

Auf Steinen und besonders auf dem festen Schlick leben viele *Litorina*, während sonst von einer Epibiose nur wenig vorhanden ist.

M. E. Pirrie, J. R. Bruce und H. B. Moore untersuchten den offenen Strand von Port Erin, der meistens reinen Sand enthält (Tidenhub 4—5 m., Strandbreite 500 Fuss). Der Süsswasserzufluss ist gering und ohne wesentlichen Einfluss auf die Besiedelung. Infolge der ungeschützten Lage fehlen die Muscheln (mit Ausnahme von *Ensis ensis*, welche aber in den quantitativen Proben nicht enthalten war). In der unteren Zone, von Niedrigwasser bis zum mittleren Wasserstand, sind *Arenicola marina* und *Nephthys caeca* vorherrschend, doch ist die Besiedlungsdichte sehr gering (Höchstzahl bei *Arenicola* 16, bei *Nephthys* 20 auf 1 m.²). An der unteren Grenze kommen *Echinocardium cordatum* und *Ammodytes tobianus* vor.

Auf dem oberen Teil der Gezeitenzone wurden als Charaktertiere *Eurydice pulchra*, *Urothoë marina* und *Nerine cirratulus* gefunden.

Die Verbreitung der 5 wichtigsten Arten ist in 5 Lageskizzen dargestellt; ausserdem geben weitere Figuren gute Übersichten über die Korngrössen und den Salzgehalt.

Die Besiedelung des offenen Strandes von Port Erin bietet einen bemerkenswerten Gegensatz zu der reichen Fauna der Mündung des Mersey-Flusses. Wir lernen dabei zwei völlig verschiedene Strukturen der *Macoma baltica*-Endobiose kennen und werden von den Verfassern in anschaulicher Weise auf die verschiedenen ökologischen Faktoren hingewiesen.

J. E. Smith hat sich eingehend mit der Kiesdecke beschäftigt, welche in der Umgebung von Eddystone auf dem Felsgrund liegt. Das Riff erhebt sich jäh aus 30 Faden Tiefe und zeigt in seiner näheren Umgebung nackten Felsboden, welcher eine reiche Epibiose trägt. Diese wurde nur qualitativ durch einige Fänge mit der gewöhnlichen Dretsche untersucht. Die Tierarten sind in einer Liste aufgeführt.

In einiger Entfernung vom Riff beginnt die "innere Schillzone", welche sich durch gröberen Kies (aufgearbeiteten Gneis) und einen nicht sehr grossen Gehalt an heilen Schalen auszeichnet. Die nächste Zone des mittleren Schills enthält sehr viele heile Moluskenschalen und nur wenig Steine.

Das organische Material dieser beiden Zonen besteht aus den Resten der Epifauna des nackten Felsbodens und der Endobiose des Schills selbst. Die Grössenordnung des Sediments ist wahrscheinlich durch die starke Wasserbewegung bedingt, doch lassen sich bei den stark wechselnden und oft extremen Zuständen keine genauen Beziehungen nachweisen.

Die dritte Schillzone enthält anstelle der Gneissteinchen Sandsteine und Kiesel. Die Wasserbewegungen sind hier geringer, grosse heile Schalen sind seltener. Material von Aussen dringt hier an manchen Stellen ein.

In der Endobiose des schillhaltigen Kieses wurden 112 Arten festgestellt,

von denen jedoch nur 14 Arten in grösseren Mengen vorkommen; erwähnt seien hier *Amphioxus, Polygordius lacteus* und *Praegeria remota.* Als Leitformen werden *Glycimeris glycimeris, Chione fasciata* und *Astarte triangularis* bezeichnet. Eine grössere Rolle spielen noch *Gafarium minimum, Chione ovata* und *Echinocyamus pusillus.* Nach Auszählungen aus dem Sediment ergeben sich hohe Zahlen für die drei als Leitformen genannten Muscheln, diese scheinen also dauernd vorhanden zu sein. Die Gemeinschaft kann als Spatangus — Venus fasciata — Gemeinschaft (P e t e r s e n) angesehen werden und ist vielleicht noch in 2 Untergemeinschaften zu trennen, entsprechend der Verschiedenheit des Kieses. *Ampelisca brevicornis* und *tennicornis* soll für das feinere und *A. spinipes* für das gröbere Sediment bezeichnend sein. Zum Schluss macht S m i t h noch einige Bemerkungen über den Nahrungserwerb; die typischen Kiesbewohner sind Schwebestoffverzehrer. Ausserdem gibt eine Tabelle Aufschluss über den Prozentsatz der von *Natica alderi* angebohrten Muschelschalen. Ausführliche Tabellen und Listen machen die Arbeit zu einem zuverlässigen Ratgeber bei ähnlichen Untersuchungen.

A. Hagmeier.

A. C. Stephen. "Notes on the biology of some Lamellibranchs in the Clyde Area." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XVIII, No. 1. Plymouth, 1932.

Solange man keine Experimente im Freien ausführen kann, ist es nicht leicht, nach einfachen Grössenkurven die Wachstumsvorgänge bei Muscheln zu verfolgen. Es ist daher sehr zu begrüssen, dass es S t e p h e n gelungen ist, durch terminmässige Untersuchungen derselben Stationen (3 Probeentnahmen im Frühjahr, Sommer und Herbst) und durch geschickte Ausnutzung der infolge der Fluktuationen eingetretenen Bestandsänderungen genaue Daten für das Wachstum von *Tellina tenuis, Tellina fabula, Abra alba* und *Cardium edule* zu erhalten. Die vorliegende Arbeit ergänzt die früheren Arbeiten über das Wachstum der Muscheln in der Gezeitenzone. Die jetzigen Fänge wurden mit einer Robertson-Eimerdretsche gewonnen, von einem Strandort wurden bei jeder Exkursion 20 Dretschen durchgesiebt (Siebweite 2 mm., mit Kontrollprobe, die in einem 1 mm.-Sieb ausgesiebt wurde).

Das Junggut (= spat) von *Tellina tenuis* tritt in der Kamesbay im Sommer auf, in der Gezeitenzone bis unter Niedrigwasserniveau. Besonders reich war der Junggutfall 1926 und 1930. Beide Jahrgänge konnten deutlich in den Fängen verfolgt werden. Das Wachstum ist am stärksten in der oberen Gezeitenzone und am geringsten unter N.W. Die Schalenlänge beträgt am Ende des ersten Lebensjahres im Mittel 3 mm., am Ende des zweiten 6—9 mm., am Ende des dritten 9—12 mm.; vom Ende des 4. Jahres liegt nur die Angabe von N.W. mit 11/mm. vor. Die grösste gefundene Muschel war 15 mm. lang.

Bei *Tellina fabula,* welche tiefer lebt, ist die Schalenlänge am Ende des ersten, zweiten und dritten Herbstes bezgl. 4—5, 8 und wahrscheinlich 10 mm.

Abra alba wurde von zwei Stationen in Loch Striven erhalten. Diese Art zeigt deutliche Jahresringe, welche gut gemessen werden konnten und so eine Vorstellung von dem Wachstum in den verschiedenen Jahren gaben. Soweit dies aus dem nicht sehr grossen Material geschlossen werden kann, war der Jahrgang 1929 sehr gut an Menge und Wachtumsgeschwindigkeit. Am Ende

des 1., 2., 3. und 4. Jahres werden die folgenden, nach den einzelnen Jahresklassen verschiedenen Grössen erreicht: 8—10.7 mm., 15—16.3 mm., 18—18.5 mm. und 19.6 mm. Bemerkenswert ist, dass die grössten Muscheln auch den grössten Winterring haben.

Cardium edule wurde auf einer vorgeschobenen Bank von Loch Fyne untersucht, wo im Winter 1928—29 alle Tiere der Gezeitenzone ausgestorben waren. Das Wachstum ist, im Gegensatz zu dem von *Tellina tenuis*, im Niedrigwasser-Niveau grösser als in den höheren Lagen.

Auch das Schalengewicht ist in den unteren Lagen höher. Der erste Winterring von *Cardium* ist schwer zu erkennen. Die Schalenlängen des Jahrgangs 1929 nach 1 und 2 Jahren vom tiefen Standort sind 18—24 mm. und 26—35 mm.

Auch auf den Hunterston Sands war das Wachstum im tiefen Wasser stärker als im flachen; hier war 1931 noch der Jahrgang 1926 überwiegend; in den folgenden Jahren hatte kein stärkerer Junggutfall stattgefunden.

Stephen bespricht noch eine Anzahl Fragen nach den Ursachen der Fluktuationen und der Sterblichkeit der Muscheln, welche in der Regel im Herbst nach einer starken Bruterzeugung eintritt. Für die Massenentwicklung eines neuen Jahrganges ist es wahrscheinlich auch von Bedeutung, ob das Wohngebiet noch besiedelt ist oder durch das Aussterben der früheren Jahrgänge frei geworden ist. Schliesslich spielt nach Ansicht des Referenten noch die Dauer des freischwimmenden Larvenstadiums und die damit verknüpfte Verfrachtung des Larven eine Rolle. Es wäre erwünscht, wenn weitere Arbeiten auch über diese Punkte der Biologie der häufigsten Muscheln Aufklärung bringen könnten.

A. Hagmeier.

G. Gilson. "Destruction du jeune poisson par la pêche littorale à moteur." Ann. de l'Inst. d'Etudes Marit. d'Ostende. Mém. No. 2. Lierre, 1932.

In dem Betrieb der belgischen Küstenfischerei sind in den letzten Jahren grosse Veränderungen vor sich gegangen. Seit 1926, dem letzten der Jahre, auf die sich der frühere Bericht Gilsons (Rapp. Proc. Verb. Vol. 51. 1928) bezieht, ist der Ausbau und die Motorisierung der Kutterflotte rasch fortgeschritten, während die Fischerei der offenen und halbgedeckten Boote fast zur Bedeutungslosigkeit herabsank. Durch die Motorisierung ist aber die Befischungskapazität der Flotte ganz gewaltig gestiegen. — Ferner sind die Mindestmasse für verschiedene Nutzfischarten in Belgien aufgehoben worden, und die Nachfrage nach dem Beifang des Küstenfischer — der viele untermassige Fische enthält — für den Zweck der Fischmehlbereitung ist sehr gross geworden. So haben die Anlandungen von untermassigen Jungfischen in bedrohlicher Weise zugenommen. Das Institut in Ostende führt Untersuchungen über den heutigen Umfang der Jungfischvernichtung durch die belgische Küstenfischerei aus, und die vorliegende Schrift beschäftigt sich mit den ersten Ergebnissen derselben, wobei speziell die Analysen der Anlandungen von Mai 1932 zugrundegelegt sind. Wie in dem Bericht von 1928 ist der Gesamtfang von Nutzfischen für die ganze Flotte auf Grund sehr umfangreicher Stichproben berechnet worden.

Die Tabellen beweisen eine in der Tat beunruhigende Steigerung der vernichteten Jungfische gegenüber dem Durchschnitt des Monats Mai 1905/26. Der Fang von 105 modernen Motorkuttern enthält gegenüber dem von 117 Segelkuttern viermal soviel Schollen, dreissigmal soviel *Pleuronectes limanda*, zwölfmal soviel Seezungen. — In besonders grosser Zahl werden gefangen

P. limanda und *Gadus merlangus* (ca. 7 Millionen Stück im Mai 1932), es folgen in weitem Abstand *Trigla hirundo*, Scholle und Seezunge (3—400,000 Stück), weiter *Raja clavata* (250,000 Stück) und Flunder (100,000 Stück). Die Seezungen sind im Durchschnitt sehr klein, ca. 10 cm., stehen also wohl meist am Beginn des zweiten Lebensjahres. Die mittlere Länge der Schollen beträgt dagegen 12.5 cm., woraus wir wohl auf einen beträchtlichen Anteil Zweijähriger schliessen müssen. Im Mai ist natürlich die junge Brut des Jahres noch nicht in Erscheinung getreten. Dies scheint vielmehr erst im Juli geschehen zu sein, wo ganz junge Schollen plötzlich viel reichlicher in den Garnelennetzen auftraten. — Wenn man auch aus den Befunden eines einzigen Monats nicht auf die Vernichtungsziffern des ganzen Jahres schliessen kann, wie der Verfasser betont, so lässt sich doch aus dessen früheren Beobachtungen ableiten, dass z. B. von Schollen gewiss mehrere Millionen im Jahre gefangen werden.

Bei der Besprechung der Bedeutung seiner Beobachtungen hebt der Verfasser sehr mit Recht hervor, dass die Gedankengänge der sogen. „Thinning out"-Theorie nicht schematisch auf die gesamten Nutzfischbestände der Nordsee ausgedehnt werden dürften. Wenn aber für einzelne Arten auf den Jungfischgründen wirklich eine Übervölkerung bestände, so sei es rationeller, den Überfluss nach dünn bevölkerten Gründen zu transplantieren, als ihn zu vernichten. — Um den Nutzeffekt solcher Massnahmen festzustellen und eine geeignete Technik auszuarbeiten, sind weitere Untersuchungen nötig.

Bckm.

J. Le Gall. "Statistiques biologiques et considérations sur la population harenguière du Klondyke et du Nord de l'Irlande." Rev. des Trav. de l'Off. des Pêches Mar. Tome V, Fasc. 2, No. 18. Paris, 1932.

In this paper M. Le Gall has taken the information available from two sources, the researches of his own Office and the reports of Mr. Storrow and Mrs. Cowan in the Dove Marine Laboratory publications, and has combined them to present a convincing picture of the annual life-cycle of the herring population of the north coast of Ireland, or rather of that portion of the coast which lies to the north of Co. Donegal. Mr. Storrow's reports, dealing only with drift net catches, indicate a population which returns year after year to the fishing grounds in January and forms the subject of an important fishery, first for full and spawning fish, and afterwards for recovering spents, until May or June, an interruption in April being due to an official regulation designed to prevent the capture of spent fish.

The French researches, based on the examination of the catches of Boulogne herring trawlers fishing the "Klondyke" grounds lying to the north of the drift net area, take up the story in June, when the fish first appear in the trawlers' catches on these grounds, and carry it on till the fishing closes between mid-October or mid-November.

The Klondyke grounds correspond roughly to the 145 m. line, which here forms a bay running in from the deeper waters of the continental shelf. They have a bottom of mud or muddy sand, in contrast to the rock, gravel and shelly sand of the shallower areas lying to the south and south-east.

M. Le Gall considers that the herring from these two fisheries are identical, on the grounds of their agreement in (a) size; (b) relative numbers in each year-group; (c) growth rate; (d) state of maturity, the stages observed in the trawled herrings of July-November forming a continuous series with those of January-June; (e) their appearance on the Klondyke grounds on

the bottom immediately after their disappearance from the surface on the drift net grounds.

The final test, the identity of average vertebral count, has not yet been applied, but the author has furnished, for his part, the counts for four successive seasons. These vary between 56.95 and 57.05.

In conclusion it is pointed out that, instead of predicting the probable results of a coming fishery, either drift or trawl, from the returns of the same fishery in the previous year, we may legitimately attempt to foretell, with a better chance of success, the course of the drift net fishery of one season from the results of the trawl fishery of the preceding autumn.

The paper is a useful example of how the investigations carried on in different countries on comparable or agreed-on lines may mutually support one another.

Attention may be called to two misprints or clerical errors in the table of vertebral counts given on p. 130. The counts are given, as printed, for the successive years, 1931, 1928, 1929, 1930, but it is obvious, comparing the figures with the diagram on p. 129, that the years should read 1928, 1929, 1930, 1931. Also the mean count for the year 1930, as corrected, should read 56.95 instead of 57.95.

G. P. F.

Newfoundland Fishery Research Commission. "Annual Report for 1931", Vol. 1, No. 4. Plymouth, 1932.

The Government of Newfoundland and the Empire Marketing Board have jointly established a fishery research laboratory at Bay Bulls, with Dr. Harold Thompson as director, and a staff of five scientists, one technician, and two fishery officers. The programme includes the usual investigation of food fishes and improvement of handling and marketing. A modern (discarded) factory has been adapted as a laboratory. The main floor has ten larger rooms, including an aquarium, and ten smaller (including some living quarters), and the factory includes modern equipment for freezing, smoking, drying, making cod-liver oil and canning. A Mersey-type trawler has been chartered for summer sea work.

A comparatively full account is given of the hydrological observations of 1931, and Miss Wilson and Dr. Thompson recognise five types of water (slight overlapping in salinities has been disregarded):

Coastal	T. 0 to 20° C.	S. 29 to 30 $^0/_{00}$
Intermediate	T. 0 to 16° C.	S. 30 to 32 $^0/_{00}$
Bank (Labrador Current)	T. 0 to —2° C.	S. 32 to 33½ $^0/_{00}$
Slope (i. e. Mixed)	T. 2 to 10° C.	S. 33½ to 35 $^0/_{00}$
Atlantic	T. 10 to 22° C.	S. 35 $^0/_{00}$ or more

The horizontal and vertical distribution of these types of water is shown in six large diagrams and is discussed in the text.

The Squid *(Illex)* is of paramount importance as bait for the cod fishery. Miss Frost and Dr. Thompson in a preliminary account show promise of correlation of invasions of the squid with "spurs of onsetting Atlantic water conditions". They also found that the off-shore squid were smaller than those which come inshore.

Professor G. F. Sleggs, of the Memorial College in St. John's, (who, with his students, has been associated with Dr. Thompson's Laboratory) contributes a fertile summary of investigations of the caplin *(Mallotus)* and

of observations indicating correlation between inshore cod-fishery and water temperature.

Miss Lindsay and Dr. Thompson summarise the results of salmon investigations, in eleven paragraphs. Among other things, we may note their recognition of no less than 25 types of life histories in Newfoundland salmon, and their discovery of an average duration of parr life in the rivers of no less than four years.

Consideration of space necessitates a mere mention of research on herring, haddock fry and growth-rates, cod fry and growth-rates.

A new technique for recognising cod shoals bears some relation to Lea's method of using l_1 as a criterion of origin in herring. The Newfoundland workers find that counting the number of sclerites in the first zone of the scale gives remarkably consistent results. The number counted falls from 20 on the Nantucket shoals to less than 9 on the north-east coast of Newfoundland, being nicely graded in between. Similarly there is a gradation from the south-east extremity of Newfoundland, increasing towards the south over the Grand Bank and towards the west and south-west. Clearly this provides a means of tracing migrations, of which two examples are given.

We may further list as subjects treated: food of cod, age composition of cod stocks, correlation of water temperature with quantity of cod caught (offshore), statistics of quantity and size of lobsters, the distribution of shrimps and prawns and of salps, Coelenterates, *Sagitta* and *Tomopteris;* the plankton animals probably to serve as water indicators.

On the processing side we have: study of correlation between yellow colour and blue vitamin units of cod-liver oil, the processing of dried codfish, bacteriological examination of fish products, by-products, and recommendations as to statistics, standardisation and regulations.

Only those conversant with the difficulties which must have been overcome by Dr. Thompson can fully realise the magnitude of the achievements described in this report; but even leaving out of consideration all the special difficulties, this lucid account of so many interesting researches deserves special recommendation.

M. G.

P. Desbrosses. "Poissons de Chalut. La Dorade commune *(Pagellus centrodontus* Delaroche) et sa pêche." Rev. des Trav. de l'Off. Sci. et Techn. des Pêches Mar. Tome V, Fasc. 2, No. 18. Paris, 1932.

This paper deals with the fishery for the Bream *(Pagellus centrodontus* Delaroche). First, an account is given of the geographical and bathymetrical distribution of the bream. There follows an account of the quantitative distribution, based on the landings of English trawlers from the various statistical regions. "South" and "West of Ireland" are the richest in total yield, while "West of Ireland" gives by far the heaviest yield in unit time. These English data are confirmed by those collected personally by the author from the log-books of selected French skippers. He sets out these latter data according to latitude, and finds that the heaviest yield per trawl-haul was obtained between lat. 54° and 55° N., the yield diminishing progressively towards the south.

Fluctuations in the fishery are next dealt with. The author shows that the annual landings of the English fleets fluctuate, showing maxima at four or five-yearly intervals (though only in some regions). These maxima he relates in some degree with the rhythm of transgressions of Atlantic water suggested by le Danois.

A study of seasonal variations shows that there is a definite period of poor fishing in February-March, and that there are three maxima, in January, April-May, and August-October. It is deeply interesting to see that the fishery shows a monthly variation, the catches being better at new than at full moon.

A painstaking account of the monthly distribution of the bream on the fishing grounds is then given, illustrated by charts. These are based on the records in the skippers' log-books mentioned above. The region of best fishing apparently moves north from lat. 49° in December-January to lat. 54° in September, and then moves south again. It is necessary to recognise two distinct regions, separated by the 49th parallel of latitude.

In the far more important northern region, the author notes that the time of best fishing falls later in the year as one goes from south to north, and that the two maxima in the fishery, which occur in December and April in latitude 49° N, approach each other as one moves north, until in lat. 54° N. they are confounded in one maximum of large amplitude in September.

He explains the period of poor fishing in February-March thus: the second concentration of fish (or improvement in the fishing) in April-May, occurs in shallower water than the first (December-January), and this arrival in the shallower water takes place progressively later from south to north. The time between the two concentrations is spent in midwater, out of the reach of the trawl. The dates of this vertical migration are consonant with the dates of the advance of warmer and more saline water on to the Continental shelf, and the bream may remain in midwater in these more favourable water-layers. Further north, this vertical migration becomes less marked, and disappears to the west of Ireland.

The author has made the best of his available data. But the bream (unless there has been a drastic change recently) is not a fish primarily sought for; it is an important by-product of the hake fishery. In such a case, where the seasonal changes in the depth and localities fished by the fleets bear no relation to the concentrations of the fish being studied, but to those of another species, obviously data on a very large scale and from a very wide area are essential. Had the author had the good luck to possess such ideal data, many of his difficulties might have vanished, and some of his hypotheses have proved unnecessary.

C. F. H.

Gérard Belloc. "Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de l'Atlantique (entre Loire et Gironde)." Rev. des Trav. de l'Off. des Pêches Mar. Tome V, Fasc. 2, No. 18. Paris, 1932.

In September, 1930, a committee of experts met at Lisbon for the purpose of discussing and deciding upon uniform methods to be adopted by all workers engaged in any ichthyometrical study of the sardine. At the conclusion of the meeting it was agreed that the schemes of work which had been drawn up[1]) should be set on foot as early as possible in all the various regions where sardine fishing is carried on to any great extent. The task envisaged by the committee is the comprehensive study (by many workers in different places) of the entire sardine population along the western shores of Europe, as it is not to be expected that the separate contribution of an isolated investigator in a restricted locality will, by itself, supply anything like

[1]) See the Rapp. Atl., 1930, for full details.

complete solutions to all the many problems which remain still unsolved in the life-history of this fish.

The paper under review embodies the results of researches undertaken by the author in accordance with the recommendations of the above-mentioned committee. The investigations were carried out during the 1931 sardine season over a region lying between Loire and Gironde, on the Atlantic seaboard of France. Along that part of the coast sardines regularly appear inshore between May and October. They move away from the land and descend into deep water during the winter months.

The first part of the report describes the vessels and explains the methods normally employed in the sardine fishery carried on from the main ports within the area — La Rochelle, Les Sables d'Olonne, Saint Gilles, Port Breton, and l'Herbaudière. Motor pinnaces are mostly used, these having largely replaced the older and less efficient motor-auxilliary sailing craft. Every pinnace carries from 4 to 8 small "dories" each of which is set afloat on the fishing ground and, handled by one man, it fishes in the vicinity of the parent vessel. The nets used, generally tinted blue to make them less discernible in the water, are usually from 40 to 50 m. in length and have a depth of from 7 to 9 m. The meshes are of such size that the distance between 5 knots when the meshes are diagonally extended — the "moule" — normally falls between 48 and 60 mm.

In the main body of the report are set forth the ichthyometrical data obtained by examination of numerous samples of sardines drawn mainly from three different fishing localities within the area studied. Information has been collected concerning the size of the fish, the proportions of the sexes, the number of vertebrae, age and growth, sexual development, and the chief food organisms; and the results obtained have been compared with those previously recorded from the same area.

From the constancy of their morphological characters the author concludes that the sardines which inhabit the whole region between Loire and Gironde constitute a single homogeneous population which is characterised by the mean vertebral number 52.24 + 0.18. The mean length of the fish examined in 1931 was, however, greater than that of the 1929 samples; this is correlated with the fact that the bulk of the 1931 samples consisted of considerably older fish. Throughout the area females are distinctly less numerous than males but they reach a larger size. Hermaphrodite individuals occasionally are found but do not exceed about 2 % of the population. Examination of stomach contents revealed that, as a general rule, most of the captured fish are gorged with eggs from the roes which are used by the fishermen to attract them. But there are also to be found in the stomachs other food remains, which indicate clearly that at the beginning of the fishing season the sardines (mean length 13—14 cm.) feed mainly upon phytoplanktonic Diatoms and Peridinians *(Navicula, Ceratium, Peridinium,* etc.) which are at that time plentiful in the sea. Towards the end of the season the fish (mean length 16—19 cm.) feed mainly upon zooplanktonic organisms such as Copepods, Schizopods, and *Sagitta.*

Up to the present the author has been able to obtain no definite information concerning the spawning period (or periods) of the sardines in his area, or concerning the distribution of their eggs and larvae. He expresses the intention, however, of investigating these problems in subsequent seasons. His colleagues working in other localities will look forward with interest, therefore, to the publication of further reports embodying the results of his continued researches.

G. A. S.

T. E. Dementjewa, E. K. Pletschkowa, M. I. Rosanowa and **W. S. Tanassitschuk.** "Rassenuntersuchungen am Barentsee-Kabeljau". Rep. of the 1st session of the State Oceanographical Institute Moscow (April 1931), No. 2. Moscow, 1932.

This is a succinct review (in Russian, with an ample summary in German) of the very extensive study on the races of the cod undertaken by the Soviet fishery and marine research organisation at its coastal laboratory at Polarnoe (formerly Aleksandrovsk) on the Murman coast. This laboratory is a very large establishment employing upwards of 200 people besides 2 trawlers, one large research cutter and several smaller ones. All these vessels have been instrumental in collecting the extensive material used for this study, — more than 12 thousand fish from all regions of the Barents sea, including the Bear Island grounds and the Motovski fjord (the latter being a large open inlet, geographically almost a replica of the Varanger fjord further west in the Norwegian Finnmark). Only a part of the data is, however, utilised for this report, pending age determination of the aggregate material.

The characters investigated were originally very numerous. Besides the meristic ones (number of vertebræ, of gill-rakers and of the rays of all the unpaired fins) also a great number of skull dimensions, in all 30 characters, were determined, the plastic ones combined to a great number of indices.

It was found that only two groups of fish could be recognised by means of the meristic characters, viz: open-sea fish and fjord fish from the Motovski fjord, thus confirming S c h m i d t's results.

Of the skull indices a considerable number (14) was soon discarded as showing no or only very slight variations according to age or area; five others were discarded on account of the difficulty in getting exact measurements on the rather fragile cod skull and three were discarded because they showed variation only with age. Finally 9 measurements only (utilized as 6 indices) were retained as significant.

To keep clear of age variation only individuals 7—8 years of age were considered when trying to trace the different varieties of cod. The astonishing result arrived at is that no less than nine varieties of cod are recognised, viz:—

I. Ocean fish:

A. Spring cod of the southern and western grounds.
B. June cod of the Bear I. bank.
C. June cod of the Central Tongue and the Murman plateau.
D. April cod of the Bear I. bank.
E. July cod of the western slopes of the Goose bank (west of Novaya Semlya).
G. Autumn cod of the northern slope of the Goose bank and the Novaya Semlya plateau.
H. May cod (immature specimens) of the Central Tongue, the Finnmark bank and the Murman plateau.
K. Autumn cod from the Kanin-Kolguyev area.

II. Fjord fish — only one variety F.

The authors abstain from discussing the genetic relationships of these varieties for the time being — very wisely, perhaps.

It should be mentioned that the criterion of the distinctness of any two varieties is the following, devised by Morosof. For each character the ratio is calculated of the difference and its probable error and the average

of all the ratios (in the present investigation 6) is formed. If this average is above 3, the two groups of fish are regarded as distinct varieties. The authors themselves point out, however, that this method of averaging results perhaps tends to obliterate them. This should add weight to the differences persisting after this treatment. So far all is well, but there is reason to harbour grave suspicions against the soundness of the whole business of trying to detect racial differences by measurements on the *salted*, *boiled*, and *dried* skull of the cod. How can one be sure that these small measurements are taken in an identical manner from month to month? Does it not affect results if some of the skulls are treated fresh, some after one, others after three months in salt? And will it not make an important difference if one lot is boiled ten minutes, another twenty, and, especially, will it not seriously affect the results if one sample is measured a short time after drying, another some weeks later?

There is another objection against the validity of the characters used; they are all found to present variation with age (and accordingly also in all probability with size). Now the data are admittedly derived from two year-classes (7 and 8 years) and these certainly in varying proportions. It is therefore only too probable that differences as to average age or size may be responsible for the major part of the differences observed as to skull dimensions in the various lots of fish examined, — let alone the impossibility of correctly estimating the age of all individuals in any sample.

These objections do not, of course, in the least reflect on the ability and very painstaking work of the four collaborators, who have done a very real service in demonstrating on the one hand the great constancy in the cod of the enumerable characters (vertebræ, fin rays, gill rakers) which are demonstrated to be unaffected by sex as well as age, and on the other hand the elusive nature of the plastic characters.

If the objections made to the use of these characters for distinguishing races be conceded, one may, for the time being at least, refrain from speculating on the cleverness of this wonderful Barents Sea cod which manages to keep its races pure and apart, notwithstanding the fact that a very great portion of the fish from all parts of the area migrate yearly to the spawning grounds along the Norwegian coast — to Lofoten and even to the vicinity of Bergen, — returning again in the spring without seriously intermixing and without having "intermarried" when spawning. It is too good to be true.

O. S.

Erik M. Poulsen. "Biological Investigations upon the Cod in Danish Waters". Medd. fra Komm. for Dan. Fiskeri- og Havundersøgelser. Ser. Fiskeri, Bd. IX, No. 1. København, 1931.

This paper is mainly an exposition of very intensive research work carried on in the years 1922 to 1929.

After an introductory review of previous literature, some pages are devoted to a demonstration of the relative productiveness of cod in the various Danish waters and to the remarkable change which has occurred recently, the last few years witnessing an enormous increase in the density of this fish in the Baltic, proved by the results of the commercial output as well as by those of a great deal of experimental trawling by the "Thor".

The next section discusses the question of the race differences between the different waters. The author arrives at the opposite conclusion to C. G. Joh. Petersen who considered the Baltic and the North Sea as harbouring only one cod race. In a postscript the author draws attention

to Schmidt's paper on the cod races, the results of which corroborate the author's view. Concerning migrations, mainly on the evidence furnished by racial characters the conclusion is that fairly considerable immigration takes place into the Baltic from outside and that this is also the case with the Kattegat and the Belt Sea. These inner Danish waters, even if they have a stock of their own, are nevertheless the scene of an intermixture with North Sea immigrants.

The author cleverly adduces in favour of this view the results of his very numerous countings of fin rays, which show a general tendency to higher numbers of rays with increasing age. A similar tendency may be gathered from the number of vertebræ.

Chapter V deals with the numerous investigations on propagation and development. The catches of eggs and larvae are shown in 16 charts. The spawning is shown to take place predominantly at temperatures between 4 and 6° C. (the very same limits as those observed at Lofoten), and as these limits occur at very different epochs in the various waters, the spawning times are found to be extended from March into August or even September. This is in the Bornholm Deep; in the Kattegat the fish spawn in March—April.

The distribution of the larvae is considered to be influenced mainly by optima of food and of oxygen. This is brought out by a good diagram.

The growth and maturity size are dealt with in chapter VI. Among material pertaining to the 1st year an interesting table (p. 50) is given of the mean length of larvae in the different areas. It appears that even at the end of June larvæ of only 8 mm. are met with N. and E. of Bornholm. This chapter contains a table of egg diameters of cod, flounder and dab *(Pl. flesus* and *limanda)* showing that the cod eggs are always recognisable by their greater size (1.28 to 1.62 mm.) while the eggs of the two flat-fishes can not be distinguished in all cases by the diameter alone.

The table also shows that no distinct variation of egg size exists in relation to the nature of the different waters of the area considered, for any of the three kinds of fish.

The spawning period in the different waters is well brought out by an interesting table (p. 28), showing the mean number of eggs per sq.-metre surface for each month in the years 1903—11 and 1927—29, estimated from the catches by the Hensen net. The largest number (54) in the Kattegat are found in February, while at Bornholm the highest figure (50) relates to June, the intervening waters showing a gradual transition between these extremes.

The paper contains an important contribution to the study of the causes influencing the fluctuations of the stock. The author concludes, first of all, that not the number of eggs spawned, but the number of fry surviving is of consequence, the critical period occurring shortly after the hatching when the larva starts its search for food. Then the presence of suitable food is shown to be, with great probability, dependent on ceratin hydrographical factors, mainly temperature.

It is impossible to do justice to the great wealth of data offered in this treatise, where it is displayed with enviable fullness. For the convenience of the reader the numerous charts might perhaps have been made more striking if some sort of symbols of quantity had been used instead of numerals. The great wealth of information contained in the larger tables in the text would, perhaps, be more easily grasped by the reader if arranged in several smaller ones, each involving only two or three arguments.

O. S.

Å. Vedel Tåning. "Fluctuations in the Stock of Cod in Icelandic Waters". Medd. fra Komm. for Dan. Fiskeri- og Havundersøgelser, Ser. Fiskeri, Bd. IX, Nr. 3. København, 1931.

This paper is a study of the Icelandic cod based on material provided by the commercial fishery of the Icelanders. The collection of such material (measurements and otholiths) began in 1928, the intention being no doubt to make this investigation continuous, like the corresponding Norwegian work which started in 1913.

The first few pages contain a well-considered survey of the different ways of studying the problem of stock fluctuations (survey of fry, of young fish and of commercial catches) and the conclusion is reached that the last named is the best suited to Icelandic conditions and most easily carried out, — exactly as is the case in Norway.

It appears from a table that the material comprises 58,447 measurements and 5,008 age-determinations, approximately equally distributed between the three years 1928, 1929 and 1930. The collection was made at four places, at the Westman Islands in April (spawning season), at Isafjord (N. W. corner) partly in May and partly in June, at Siglufjord, (N. coast) in June of '28 and '30, in May and July of '29 and at Nordfjord (E. coast) in June—July of 1928 and 1930, in May of 1929.

The age determinations are very evenly distributed between these four places, the measurements not quite so evenly. The author discusses (p. 5) the representativeness of his material and considers that the measurements ought to be supplemented by trawl material from off-shore grounds, as the fish studied must be regarded as to some degree selected, being caught by lines and nets. The author further does not feel quite confident in regarding his material representative of the whole season, having been collected during a very short period of a few days or a few weeks. There is also the want of detailed fishery statistics (such as are provided by the supervision of the Norwegian cod fisheries regarding weekly output and activity). Even taking all these reservations in mind, the outcome of the investigation is still very interesting and it is to be hoped that the very important Icelandic cod stock may be investigated in this manner on an extended scale in years to come, in view of the great practical interest for Iceland and all the other klipfish-producing countries in getting beforehand some indication of what to expect in the near future.

The three years covered by this work is certainly too short a time to give much positive information about the fluctuations, but some facts are brought out.

The different original samples of about 200 to 400 fish do not each show very much divergence, and therefore the material seems to be more representative than the author dares to claim.

It appears that in the main the same year-classes were found to predominate at Iceland as in Norway and West Greenland, namely 1912, 1915, 1917, 1919 and 1922. The latter especially was of very great importance at Iceland. The size of the fish in relation to age is found to be very different on the various parts of the coast. It is, however, unnecessary to interpret this as so many types of growth, seeing that the sampling covers all different biological stages, spawning, feeding, recovering. A great proportion of the apparent growth-difference may therefore be accounted for by the separation of spawners, the same phenomenon being found in Norway.

The proportion of females was found to be nearly 50 % at all places

except the Westman Islands, as would be expected. At the latter place males predominated, especially in 1928 and 1929 (78 and 86 %).

An extract of the measurements is given but only in 5-cm. groups and these not with round numbers as central values. Comparison with other material is therefore difficult. It is also awkward that the statistics of catch given are not expressed in the metric system. For the reader it is also inconvenient that the tables (such as those on pp. 12, 22 and 26) are spread out too much, making it difficult to follow the lines.

The author analyzes the statistics available and shows how the emergency of the rich year-class 1922 can be inferred as far back as 1927, that year witnessing a sudden increase in the proportion of "small" cod taken.

O. S.

F. de Buen. "Clupéidés et Leur Pêche." Comm. Internat. pour l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Procès-Verbaux. Vol. VI, N. S. Paris, 1931.

In his fourth report on the Clupeoids and their fishery, Señor Fernando de Buen gives a prefatory note on the taxonomy of the *Clupeidae* occurring in the Mediterranean, and an outline of what is known of the life and habits of *Engraulis encrasicolus* (Linn.) in that sea.

Having had a species of *Sardinella* identified by two systematists as *S. granigera* and *S. eba* respectively, the writer of this review is in full agreement with Señor de Buen where he says in his taxonomic note, "It is certain that the generic distinctions of this group of Clupeoids are open to much doubt, and that the characters are not yet clear, particularly for the distribution of the genera *Sardinella* and *Sardinia*." I would suggest, too, that the validity of the two species I have just mentioned would bear examination. It seems that the systematics of the Mediterranean *Clupeidae* should be the subject of a critical re-examination and that the classification given in the paper under review should be accepted as partly provisional.

The anchovy *(Engraulis encrasicolus* (L.)) enjoys a number of local names in the countries of the Mediterranean, and a useful list of these is given. The species is distributed throughout the Mediterranean and in the Atlantic, from Bergen in the north, to the coast of Dahomey in the south. The North Atlantic anchovies, are, however, larger than those of the Mediterranean, and are considered to be a separate race. In the North Atlantic area the greatest commercial catch is landed in Holland, though it appears to be more constant in its appearance further south. The biggest anchovy landings are in the Mediterranean, where on the coast of Spain in the neighbourhood of Malaga, they amount to 9,000 metric tons per annum. There are also centres of relative abundance on the Gulf of Genoa, near Sicily, and at the entrance to the Black Sea. The annual catch at Constantinople has been put at 4,000 metric tons.

An excellent account of the egg, larval, and young fish stages is given, together with useful illustrations from the works of R a f f a e l e and F a g e. There are also distribution charts of the results obtained by the Spanish investigators and the Danish Mediterranean Expedition. The characteristic oval egg is found throughout the Mediterranean, except in the parts very far from land, from April to September. It is very variable in abundance. Its optimum frequency appears to be in water of over 25° C. and 37 $^{0}/_{00}$ salinity. A transparent larva about 2 mm. long hatches after two or three days incubation. The yolk sack is lost at a length of 4—5 mm. The larva is found near the surface and ocean currents carry it passively to the coastal

areas, where it may be anything from 11—31 mm. Arrived at the coastal region, it congregates in shoals, and frequents places where there are big changes of temperature and salinity. It is in this habitat that scales are acquired, and pigmentation sets in.

It is generally observed that adult anchovies move into the coastal areas and lagoons in spring and summer, leaving again for off-shore and deeper water in the early winter, when the coastal water becomes too cold. First maturity is reached when the fish is about one year old and 12—13 cm. long. Spawning occurs again when 1½—2 years of age and 15—16 cm. long. The fish does not usually appear to live more than three years. The spawning takes place in coastal areas. Temperature rather than salinity appears to govern the movements of the species in littoral waters, as in places such as Malaga, where the coastal temperature is equable, anchovy are caught throughout the winter. In other places the species forsakes its summer haunts, and is caught on the bottom of the continental shelf.

It is thought that there are different races or sub-races in the Mediterranean, F a g e considering a group in the eastern Mediterranean characterised by having a different vertebral count, as a race distinct from those of the western Mediterranean. L o G i u d i c e, on the other hand, distinguishes a coastal and a pelagic race differing morphologically and also in that the pelagic race spawns from March to May, whilst the coastal one spawns during July, August and September.

R. S. W.

G. A. Steven. "Rays and Skates of Devon and Cornwall. I. Methods of rapid identification on the fish market. — II. A study of the fishery; with notes on the occurrence, migrations and habits of the species. — III. The proportions of the sexes in nature and in commercial landings, and their significance to the fishery." Journ. Mar. Biol. Assoc. N. S., Vol. XVII, No. 2 and Vol. XVIII, No. 1 and 2. Plymouth, 1931, 1932 and 1933.

Der Verfasser untersuchte die Anlandungen von Rochen in Devon und Cornwall, dem südwestlichen England. Zu dem Zweck, und mit Rücksicht darauf, dass die Rochen zum Verkauf mit der Unterseite nach oben ausgelegt werden, wurden besondere Bestimmungstabellen ausgearbeitet. Es werden unterschieden Schwarz- und Weissbäuchige, unter den letzteren weiter Runde, Kurz- und Langnasige; die weitere Bestimmung erfolgt nach der Körperform, der Gestalt der Mund- und Nasengegend und anderen äusseren Merkmalen. Diese Angaben können in ähnlichen Fällen mit Nutzen verwendet werden; allerdings werden nur die 11 im Gebiet vorkommenden Arten berücksichtigt, es fehlen die übrigen europäischen Arten, 6 nordische und 5 südliche.

Rochen sind in England erst seit etwa 1880 marktfähig und werden erst seit 1900 in grösseren Mengen angelandet; in der Nachkriegszeit nahmen sie durch Steigen der Preise weiter an Bedeutung zu. In Devon und Cornwall stehen sie heute mit 35 % der Gesamtanlandungen an erster Stelle. Die wichtigste Art ist *Raia clavata* (37 % der Gesamtzahl aller gefangenen Rochen), dann folgen *R. naevus* (19 %), *R. fullonica* (16 %) und *R. montagui* (15 %). In Tiefen bis zu 100 Faden herrscht *R. clavata*, tiefer *R. fullonica* vor. Der Fang erfolgt mit Scherbrett- und Baumnetzen und Angelleinen, nur zeitweise mit Stellnetzen. Die Artenzusammensetzung bei den Fängen der einzelnen Fanggeräte ist verschieden; die auf Sandboden lebende *R. brachyura* fehlt in den Fängen der auf steinigem Boden ausgelegten Angelleinen fast ganz. Beobachtungen über die Verteilung der Rochen an

den Angeln ergaben, dass die Arten mehr oder weniger getrennt und gruppenweise verteilt sind, auch wenn mehrere Arten zugleich vorhanden sind; es wurden manchmal reine Fänge aus einer Art und selbst aus einem Geschlecht gefunden. *R. clavata* wird nach der Tiefe zu grösser; die erwachsenen Tiere führen Nahrungswanderungen küstenwärts im Frühjahr (in Verfolgung der Heringe) aus, wobei zuerst die ♀, später die ♂ stark vorherrschen. Wichtigste Nahrung für die jungen Rochen ist der häufige Amphipode *Ampelisca spinipes;* die grossen Tiere fressen grössere Krebse und Fische, *R. batis* ernährt sich wesentlich mit von Gattungsgenossen.

Es ist bekannt, dass unter den Elasmobranchiern durchweg mehr ♀ als ♂ gefangen werden. Da ein solcher Zahlenunterschied jedoch bei noch nicht oder erst soeben Geborenen nicht vorhanden ist, soweit man dies zu beobachten Gelegenheit hatte — der Verfasser fand z. B. unter ganz jungen *Raia clavata* mehr ♂ als ♀ —, so fragt es sich, durch welche Ursachen später die Zahl der ♀ verhältnismässig zunimmt und ob diese Zunahme etwa nur scheinbar ist. Der Verfasser stellte nun fest, dass bei noch nicht marktfähigen Rochen von weniger als 25 cm. Scheibenbreite die ♀ noch nicht überwogen; dies war nur bei den marktfähigen der Fall. Hier schwankte das Verhältnis aber örtlich und zeitlich zwischen 100 % ♀ und 100 % ♂, woraus der Verfasser auf eine weitgehende räumliche Trennung der Geschlechter und auf verschiedenartige Wanderungen schliesst. Die ♀ sind im allgemeinen durch ihre Verbreitung, zum Teil auch durch Schwarmbildung beim Laichen, der Befischung stärker ausgesetzt. Hieraus ergibt sich der praktische Schluss, dass durch den stärkeren Wegfang der ♀ der Bestand besonders stark gefährdet wird.

Seit 1926 ist ein Sinken der Rochenanlandungen zu bemerken; die Angelleinen müssen, um den gleichen Ertrag zu bringen, heute doppelt so lang sein als früher; es besteht daher die Möglichkeit, dass durch die steigende Befischung eine Überfischung der Rochenbestände eingetreten ist.

J. L.

P. Bonnot. "The California Shrimp Industry". Division of Fish and Game of California. Fish Bulletin No. 38. Sacramento, 1932.

Three species of shrimps make up the bulk of the commercial catch in the shrimp fishery in the Bay of San Francisco. In order of relative abundance they are *Crago franciscorum, C. nigricauda,* and *C. nigromaculata; C. franciscorum* is found from Alaska to San Diego. *C. nigricauda* from Alaska to lower California, while *C. nigromaculata* seems to be a more local species. *Pandalus danae* (which supports a good part of the Alaskan fishery) and *Upogebia pugettensis,* a burrowing ghost shrimp, are occasionally found; *Spirontocaris cristata* occurs in considerable numbers, but is too small for commercial use. Attempts have also been made to capture *Pandalus platyceros* (averaging 8 inches in length) in traps in 150 fathoms of water. Owing to technical difficulties, however, this fishery was abandoned.

The fishing for shrimps started about 1869, when the Italian fishermen used small-meshed seines 60 feet long and 8 feet deep. In 1871 the Chinese introduced their own shrimp net, and nowadays the larger part of the shrimp fishery is carried on by Chinese companies. In recent times a shrimp beamtrawl also has come into use. A detailed description of the different types of gear is given.

After boiling, the catch is screened and hand-picked. The greater part

is then dried either in the sun or by artificial means. The shells are afterwards broken up by a roller and the meat and shell separated by a fanning machine. In drying the shrimps lose three-fifths of their weight, and the dried material yields shrimp meat one-third of which is exported to China and the remainder is sold for fertilizer and fish-food.

In the early days of shrimp fishing large quantities of young fish were captured, and to avoid this a series of measures (close seasons and closed areas) were introduced in the succeeding years. In the years 1928—1930 the annual catches amounted to about 2.5 million pounds; from 1915 (with a catch of 298,000 pounds) onwards the catches have continuously increased. The best months for the fishery are July and August.

B. Havinga.

Current Bibliography.

Prepared by the Editor with the assistance of Miss Thursby-Pelham.

NOTE. The scope of the Bibliography is limited in the main to the area covered by the Council's activities, but there are included papers of general interest relating to other areas in the North Temperate and Arctic regions and exceptionally elsewhere. Limnological references are not as a rule given, but papers relating to brackish waters and to salmon and freshwater fish studied by the Council are included.

The classification of entries follows in a general way that adopted in Dr. Allen's Selected Bibliography published in Vol. I, Nos. 1 and 2 of the Journal, and since reprinted (Price, 1 Kr.).

Subscribers and those on the distribution list will receive regularly upon application to the Administrative Secretary copies of the Bibliography printed on one side of the page only, for use in making up card indices.

The Editor will be glad to be advised of emendations and additions to the Bibliography.

Physical and Biological Conditions in the Sea.

GENERAL HYDROGRAPHY

Anon. République Française: Croisières du navire "Estafette" de la Marine Nationale. Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapport et Proc.-Verb., LXXXIV, 6—8, Copenhague, 1933.

Anon. Royaume de Grande-Bretagne: Croisières périodiques du H. M. S. "Salpa". Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 9—10, Copenhague, 1933.

Anon. État-Libre d'Irlande: Croisières périodiques du navire "Muirchu". Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 11—14, Copenhague, 1933.

Arnold-Alabieff, W. Die Eisdecke des Finnischen Meerbusens nach Untersuchungen an Bord der russischen Eisbrecher 1922—1929. Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrogr., XXVIII, 68—89, 1932.

Beaugé, L. Les régions de pêche de l'Atlantique Nord. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit., V, 413—51, 1932.

Berson, A., Samoilowitsch, R. L. und Weickmann, L. Die Arktisfahrt des Luftschiffes "Graf Zeppelin" im Juli 1931. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 216, Gotha, 1933.

Defant, A. Eisberge und Eissicherungsdienst im Nordatlantischen Ozean. Das Polarbuch, 55—84, Berlin, 1933.

Denmark. Nautisk-Meteorologisk Aarbog 1932. København, 1933.

Le Gall, J. Remarques hydrologiques (Croisières du navire "Estafette"). Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 15—22, Copenhague, 1933.

Granqvist, G. Croisière thalassologique et observations en bateaux routiers en 1931. Merentut. Julk. Nr. 81, Helsinki, 1932.
Granqvist, G. Übersicht der Eisverhältnisse im Winter 1931—32, an den Küsten Finnlands. Merentut. Julk. Nr. 85, Helsinki, 1932. (In Finnish, German Résumé).
International Council. Bulletin Hydrographique pour l'année 1931. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1932.
International Council. Bulletin Hydrographique, Appendice du Volume pour l'année 1931. Expédition Internationale du Cattégat du 10 au 17 Août 1931. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1933.
Knothe, H. Die Entstehung der Ozeane und der Wasserhaushalt des Weltmeeres. Petermanns Mitteilungen, LXXIX, 126—29, 1933.
Lindqvist, R. A Treatise on Reliable Predictions of Water Conditions. Stockholm, 1932.
Matthews, D. J. Tables for the Determination of the Density of Seawater under normal pressure, σ_t. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1932.
Marchand, J. M. Hydrographic Investigations during 1930. Union of South Africa, Fisheries and Marine Biol. Survey, Report No. 8, July 1929 — Dec. 1930, Special Report No. 2, Pretoria, 1932.
Marmer, H. A. Recent major oceanographic Expeditions: A review of the work of the Meteor, Carnegie, Dana and Snellius Expeditions. Geogr. Rev., April 1933, New York.
Messiatzeva, E. Chief Results of the Fishery Research in the Barents Sea in 1930 by the GOIN (State Oceanographical Institute of U. S. S. R.). Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 141—51, Copenhague 1932.
Möller, L. Zur Reduktion hydrographischer Beobachtungen mit Hilfe graphischer Darstellungen der Korrektionen. Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor., LXI, 58—60, 1933.
Paul, J. H. The last Cruise of the Carnegie. Baltimore and London, 1932.
Protopopov, J. Einige Angaben über die hydrologischen Verhältnisse der Mündung des Finnischen Meerbusens. Explorat. des Mers d'U. S. S. R. Fasc. 16. 1932.
Robertson, J. A. A Cursory Survey of the Bear Island Trawling Ground. Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 115—39, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1932.
Schumacher, A. Ozeanographie. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 2. Aufl., VII, 531—61, Jena, 1932.
Speerschneider, C. J. H. The State of the Ice in the Arctic Seas, 1932. Publik. fra det Danske Meteor. Inst. Aarbøger, København, 1933.
Stenij, S. Wasserstandsangaben 1929 und 1930. Merentut. Julk. Nr. 80, Helsinki 1932. (In Finnish and Swedish, German Résumé).
Sverdrup, H. U. Als Meeresforscher mit dem Unterseeboot „Nautilus" im Nordpolargebiet. Das Polarbuch. 1—22, Berlin, 1933.
Sverdrup, H. U. Scientific Results of the Nautilus Expedition 1931, Part I, Introduction and Narrative. Papers in Physical Oceanogr. and Meteor., Vol. II, No. 1, 3—15, Camb., Mass., U. S. A., 1933.
Sverdrup, H. U. Scientific Results of the Nautilus Expedition 1931, Part II, Oceanography. Papers in Physical Oceanogr. and Meteor., Vol. II, No. 1, 16—63, Camb., Mass., U. S. A., 1933.
Wiese, W. Die Nordostdurchfahrt des "Sibirjakow" im Sommer 1932. Petermanns Mitteilungen, LXXIX, 122—25, 1933.
Wiese W. Scientific Results of the Arctic Expedition on the "Sedov" in 1930. Hydrology and Meteorology. Trans. Arctic Inst., Vol. I, Leningrad, 1933. (In Russian, German Résumé).
Wiese, W. J. Die Fahrt des Eisbrechers "Malygin" nach Franz-Joseph Land 1931. Trans. Arctic Inst., Vol. VI, Leningrad, 1933. (In Russian, German Résumé).
Wordie, J. M. and Kemp, S. Observations on certain Antarctic Icebergs. Geogr. Journ. LXXXI, 428—34, 1933.

Physics and Chemistry of Sea Water.

Bein, W., Hirsekorn, H. G. und Möller, L. Neue Konstantenbestimmungen des Meerwassers. Journ. du Conseil, VIII, 48—58, 1933.
Deacon, G. E. R. An Examination of "Eau de Mer Normale P 13, 28-VI-1928". With an appendix by D. J. Matthews. Journ. du Conseil, VIII, 59—63, 1933.
Devaputra, D., Thompson, T. G. and Utterback, C. L. The Radioactivity of Sea Water. Journ. du Conseil, VII, 358—66, 1933.

Ertel, H. Allgemeine Theorie der Turbulenzreibung und des "Austausches". Sitz.-Ber., Pr. Akad. d. Wiss., Phys.-math. Kl. Nr. 26, Berlin, 1932.
Kalle, K. Meereskundliche chemische Untersuchungen mit Hilfe des Zeissschen Pulfrich-Photometers. II. Mitteilung. Arbeitsweise. Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor. LXI, 124—28, 1933.
Matthews, D. J. Tables for the Determination of the Density of Seawater under normal pressure, σ_t. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Copenhague, 1932.
Möller, L. Methodische Untersuchungen und Neubestimmungen der Konstanten des Meerwassers. Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor. LXI, 22—24, 1933.
Pettersson, O. Interne Gezeiten Wellen. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXII, Copenhague, 1933.
Rossby, C. G. A Generalization of the Theory of the Mixing Length with Applications to Atmospheric and Oceanic Turbulence. Mass. Inst. Technology, Meteor. Papers No. 4, Vol. I, Cambridge, Mass., U. S. A., 1932.
Thomsen, H. The Circulation in the Depths of the Indian Ocean. Journ. du Conseil, VIII, 73—79, 1933.

TEMPERATURE AND SALINITY

Böhnecke, G. Ein Widerstandsthermometer zur Messung von Temperaturen im Meere. Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor. LXI, 122—24, 1933.
Granqvist, G. Regelmässige Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt des Meeres Juli 1930—Juni 1931. Merentut. Julk. Nr. 82, Helsingfors, 1932.
Hamaker, H. C. Results obtained with a thermograph for surface temperatures during the "Snellius" Expedition. Journ. du Conseil, VIII, 64—72, 1933.
Kalle, K. Phosphat und Gesamtphosphor in Beziehung zu Temperatur, Salzgehalt und Plankton an der Oberfläche der Isländischen Küstengewässer. Berichte der Deutsch. Wiss. Komm. f. Meeresforschung, N. F. VI, 273—99, Leipzig, 1933.
Parr, A. E. A Geographic-Ecological Analysis of the Seasonal Changes in Temperature Conditions in shallow water along the Atlantic Coast of the United States. Bull. Bingham Oceanogr. Collection, Vol. IV, Art. 3, New Haven, Conn., U. S. A., 1933.
Vladimirskij. Nomogramme pour la définition de la correction supplémentaire des thermomètres réversibles. Berichte der Hydrograph. Verwaltung, Nr. 4, Leningrad, 1932.
Wüst, G. Bodenwasser und Bodenkonfiguration der Atlantischen Tiefsee. Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1933, Nr. 1/2.

HYDROGEN ION CONCENTRATION AND DISSOLVED GASES

Brujewicz, S. W. und Karpova, N. P. Abhängigkeit des pH von der Temperatur in Pufferlösungen. Biochemische Zeitschrift, Band 251, 60—69, Berlin, 1932.
Buch, K. Boric Acid in Sea Water and its effect on the Carbon Dioxide Equilibrium. Nature, CXXXI, 688, 1933.
Cole, A. E. Method for determining the dissolved oxygen content of the mud at the bottom of a pond. Ecology, XIII, 51—53, 1932.
Labbé, A. La Notion du pH en Océanographie et en Biologie Marine. Ann. de l'Inst. Océanogr., XII, Fasc. 5, Paris, 1932.
Thompson, T. G. and Bonnar, R. U. The Buffer Capacity of Sea Water. Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition, Vol. III, 393, 1931.
Zorell, F. Beiträge zur Kenntnis der Alkalinität des Meerwassers. Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor., LXI, 18—22, 1933.

PHOSPHATES AND NITROGENOUS COMPOUNDS

Buch, K. Untersuchungen über gelöste Phosphate und Stickstoffverbindungen in den Nordbaltischen Meeresgebieten. Merentut. Julk. Nr. 86, Helsingfors, 1932. (In German, English Résumé).
Kalle, K. Phosphat und Gesamtphosphor in Beziehung zu Temperatur, Salzgehalt und Plankton an der Oberfläche der Isländischen Küstengewässer. Ber. der Deutsch. Wiss. Komm. f. Meeresforschung, N. F. VI, 273—99, Leipzig, 1933.
Seiwell, H. R. Observations on the ammonia content of sea water. Ecology XII, 485—88, 1931.
Zobell, C. E. Photochemical Nitrification in Sea Water. Science, LXXVII, 27—28, U. S. A., 1933.

OTHER CONSTITUENTS

Thompson, T. G., Bremner, R. W. and Jamieson, I. M. Occurrence and Determination of Iron in Sea Water. Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition, Vol. IV, 288, 1932.

Currents.

Barlow, E. W. Notes upon the History of the Survey and Charting of Ocean Currents. Marine Observer, X, 18—21, 1933.
Bretthofer. Stromversetzung und Seegang in der Deutschen Bucht. Hansa, Nr. 2, 1933.
Chahnazaroff, D. A. Note sur la Détermination du sens de circulation des eaux d'une nappe océanique. Bull. de l'Inst. Océanogr., No. 614, Monaco, 1933.
Clowes, A. J. Influence of the Pacific on the Circulation in the South-west Atlantic Ocean. Nature, CXXXI, 189—91, 1933.
Le Danois, Ed. Les transgressions océaniques. Bull. de l'Inst. Océanogr. No. 613, Monaco, 1933.
Dmitriev. À propos des courants près de la Barre de Petchora. Berichte der Hydrograph. Verwaltung, Nr. 4, Leningrad, 1932.
Gustafson, T. and Kullenberg, B. Inertia Currents in the Baltic. Nature CXXXI, 586—87, 1933.
Koenuma, K. On the surface waves of the sea. Geophys. Mag., Vol. V, No. 3, Tokio, 1932.
Le Lacheur, E. A. and Sammons, J. C. Tides and currents in Long Island and Block Island Sound. U. S. Dep. of Comm. Coast and Geodetic Survey, Spec. Publ. 174, Washington, 1932.
Muellmann, J. Starke Stromversetzung im Skagerrak. Hansa, Nr. 8, 1933.
Nomitsu, T. A Theory of the Rising Stage of Drift Current in the Ocean. Mem. College of Science, Kyoto Imp. Univ., Ser. A, XVI, 161—75, 1933.
Palmén, E. Strom- und Windbeobachtungen an den Feuerschiffen in den Jahren 1930 und 1931. Merentut. Julk. Nr. 83, Helsingfors, 1932.
Ratmanov, G. Zur Frage über die Strömungen in der Kertsch-Enikalischen Meerenge. Explorat. des Mers d'U. S. S. R. Fasc. 16, 1932.
Sokolov. À propos des méthodes du traitement dynamique des données hydrologiques. Berichte der Hydrograph. Verwaltung, Nr. 4, Leningrad, 1932.
Spiess, F. Mooring of Ships in deep water for the direct measurement of currents. Hydrographic Review, IX, 106, Monaco, 1932.
Wüst, G. Das Bodenwasser und die Gliederung der atlantischen Tiefsee. Deutsche Atlant. "Meteor"-Exped. 1925—1927, Wiss. Ergebn. Bd. VI, Teil 1, Lfrg. 1, Berlin—Leipzig, 1933.
Wüst, G. Bodenwasser und Bodenkonfiguration der atlantischen Tiefsee. Forschgn. und Fortschr. 9. Jahrg. Nr. 7, 1933, und Zsch. d. Ges. f. Erdkde., Berlin, 1933, H. 1/2, 1933.

TIDES

Defant, A. Zur Erklärung des Seiches des Schwarzen Meeres. Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor. LXI, 56—58, 1933.
Hidaka, K. Tidal oscillations in a rectangular basin of variable depth. Geophys. Mag., V, No. 3, Tokio, 1933.
Le Lacheur, E. A. and Sammons, J. C. Tides and currents in Long Island and Block Island Sound. U. S. Dep. of Comm. Coast and Geodet. Survey, Spec. Publ. 174, Washington, 1932.
Möller, L. Das Tidengebiet der Deutschen Bucht. (Die Vertikalkomponente der Gezeiten). Veröffentl. des Inst. für Meereskunde. N. F. A., Heft 23, Berlin, 1933.
Pettersson, H. and Kullenberg, B. Boundary Tides in the Kattegat. Nature. CXXXI, 586, 1933.
Stenij, S. Zur Theorie der Wasserschwingungen in einem begrenzten Meeresbecken. Soc. Scient. Fennica, Comm. Phys.-Math. VI, 16, 1932.
Stenij, S. Ein selbstschreibender Apparat für Ausmessung von Mareographenkurven. Soc. Scient. Fennica, Comm. Phys.-Math. VI, 26, 1932.
Thorade, H. Erdgezeiten und Meeresgezeiten. Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor. LXI, 49—56, 1933.
Vercelli, F. Rapport sur les Marées et les Variations du Niveau Moyen. Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 135—49, Paris 1932.

WIND

Anon. Anemometers and the Beaufort Scale of Wind Force. Meteor. Mag., LXVII, 278—83, 1933.
Georgi, J. Greenland as a Switch for Cyclones. Geogr. Journ. LXXXI, 344—45, 1933.
Möller, L. Die Wirkung von Relief- und Windzirkulation auf die physikalische und chemische Schichtung in einem See. Forschungen und Fortschritte, Heft 2, 1933.
Palmén, E. Über die Einwirkung des Windes auf die Neigung der Meeresoberfläche. Soc. Scient. Fennica, Comm. Phys.-Math. VI, 14, 1932. (See Correction in Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor. LXI, 43, 1933).
Palmén, E. Strom- und Windbeobachtungen an den Feuerschiffen in den Jahren 1930 und 1931. Merentut. Julk. Nr. 83, Helsingfors, 1932.
Palmén, E. Berichtigung zu: Versuch zur Bestimmung des Tangentialdruckes des Windes, usw. (Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor. LX, 435—41). Ann. der Hydrogr. und Marit. Meteor., LXI, 43, 1933.
Rossby, C. G. A Generalization of the Theory of the Mixing Length with Applications to Atmospheric and Oceanic Turbulence. Mass. Inst. Technology, Meteor. Papers No. 4, Vol. 1, Cambridge, Mass., U. S. A., 1932.

LIGHT, COLOUR AND TRANSPARENCY

Williams, E. J. Spectrum and Latitude Variation of Penetrating Radiation. Nature, CXXXI, 511—12, 1933.

Oceanography-Miscellaneous.

Anon. The Nile Basin. Vol. II. Measured discharges of the Nile and its tributaries. Physical Department. Paper Nr. 28, Cairo, 1932.
Thoulet, J. Notes d'Océanographie abyssale. Ann. de l'Inst. Océanogr., XII, Fasc. 7, Paris, 1932.

Plankton.

Allen, W. E. Problems of Flotation and Deposition of Marine Plankton Diatoms. Trans. Amer. Microsc. Soc. LI, No. 1, 1—7, 1932.
Bond, R. M. Observations on *Artemia "franciscana"* Kellogg, especially on the Relation of Environment to Morphology. Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrogr., XXVIII, 117—25, 1932.
Burkholder, P. R. A Study of the Phytoplankton of Frenchman's Bay and Penobscot Bay, Maine. Internat. Rev. der ges. Hydrobiol. und Hydrogr., XXVIII, 262—84, 1933.
Cecchini, C. Sergestidi. Ricerche biologiche su materiali raccolti dal Prof. L. Sanzo nella Campagna Idrografica nel Mar Rosso della R.N. Ammiraglio Magnaghi, 1923—1924. R. Com. Talasso. Ital., Mem. CC, Venezia, 1933.
Dakin, W. J.; Farran, G. P. Unusual Occurrence of Pelagic Organisms. Nature, CXXXI, 239—40, 1933.
Foxon, G. E. H. Report on Stomatopod Larvae, Cumacea and Cladocera. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 11, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1932.
Gran, H. H. Phytoplankton. Methods and Problems. Journal du Conseil, VII, 343—58, 1932.
Ischreyt, G. *Bosmina maritima* P. E. Müller. Internat. Revue der gesamt. Hydrobiol. und Hydrogr., XXVIII, 109—16, 1932.
Issel, R. Rapport sur le Plankton. Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 191—202, Paris, 1932.
Japan. Report on the Distributions of the Plankton in the Neighbouring Seas of Tyosen in June 1932. App. to Ann. Rep. of Hydrogr. Observ. No. 7, Husan, 1933.
Jespersen, P. On the Food of the Herring in Icelandic Waters. Medd. fra Komm. for Danmarks Fiskeri- og Havunders. Serie: Plankton, II, Nr. 3, København, 1932.
Johnson, M. W. Seasonal Distribution of Plankton at Friday Harbor, Washington. Univ. of Washington, Public. in Oceanogr., Vol. I, No. 1, 1—38, Seattle, U. S. A., 1932.
Kalle, K. Phosphat und Gesamtphosphor in Beziehung zu Temperatur, Salzgehalt und Plankton an der Oberfläche der Isländischen Küstengewässer. Ber. der Deutsch. Wiss. Komm. für Meeresforschung, N. F. VI, 273—99, Leipzig, 1933.

Kokubo, S. A Plankton Pump in which the winding of the Tow Line of Suction Tubing is made automatically. Bull. Japanese Soc. Scient. Fisheries, Vol. I, No. 6. 277—30, Tokyo, 1933. (In Japanese, English Résumé).
Künne, Cl. Zur Kenntnis der Anthomeduse *Bougainvillia macloviana* Lesson. Zool. Anz., CI, 249—54, 1933.
Künne, Cl. Weitere Untersuchungen zum Vergleich der Fangfähigkeit verschiedener Modelle von vertikal fischenden Plankton-Netzen. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIII, Copenhague, 1933.
Labbé, A. La Notion du pH en Océanographie et en Biologie Marine. Ann. de l'Inst. Océanogr., XII, Fasc. 5, Paris, 1932.
Lacroix, E. Nouvelles recherches sur les spécimens méditerranéens de *Textularia sagittula* (Defrance). Bull. de l'Inst. Océanogr. No. 612, Monaco, 1933.
Leloup, E. Contribution à la Répartition des Siphonophores Calycophorides. Bull. du Musée Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, VIII, No. 11, Bruxelles, 1932.
Lowndes, A. G. Sexual Reproduction in Copepods. Nature, CXXXI, 240—41, 1933.
Martin, M. F. On the Morphology and Classification of *Argulus* (Crustacea). Proc. Zool. Soc. London, 1932, Part III, 771—806, 1932.
Nielsen, E. S. Einleitende Untersuchungen über die Stoffproduktion des Planktons. Medd. fra Komm. for Danmarks Fiskeri- og Havunders., Serie: Plankton, II, Nr. 4, København, 1932.
Parenzan, P. Cladocera; Sistematica e corologia dei *Cladoceri limnicoli* italiani ed appendice sui Cladoceri in generale. Mem. Scient. No. 8, Suppl. all Boll. di Pesca, di Piscicolt. e di Idrobiol., Roma, 1932.
Phifer, L. D. Seasonal Distribution and Occurrence of Planktonic Diatoms at Friday Harbor, Washington. Univ. of Washington, Public. in Oceanogr., Vol. I, No. 2, 39—81, Seattle, U. S. A., 1933.
Retowski, L. Über das Plankton der Seen der Murmanküste. Trans. Arctic Inst., III, Part 2, 5—28, Leningrad, 1933. (In Russian, German Résumé).
Runnström, J. Zur Bewegungsphysiologie der Seeigellarve und anderer Planktonlarven. Zeitschr. vergl. Physiol. XI, 503—22, 1930.
Robertson, J. A. A Cursory Survey of the Bear Island Trawling Ground. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 115—39, Copenhague, 1932.
Schellenberg, A. Neue Crustaceen der Deutschen Küste. Zool. Anz. CI, 61—65, 1932.
Totton, A. K. Siphonophora. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 10, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1932.
Wilson, C. B. The Copepods of the Woods Hole Region, Massachusetts. Bull. U. S. Nat. Museum, No. 128, Washington, 1932.
Yamada, T. On the Distribution of the Temperate Plankton in the Western Part of the Korean Strait. Bull. Japanese Soc. Scient. Fisheries, Vol. I, No. 6, 281—86, Tokyo, 1933. (In Japanese, English Résumé).

Conditions of Production in the Sea.

D'Ancona, U. Rapport sur la Biologie Générale. Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 151—90, Paris, 1932.
Bond, R. M. A Contribution to the Study of the Natural Food-Cycle in Aquatic Environments. Bull. Bingham Oceanogr. Collection, Vol. IV, Art. 4, New Haven, Conn., U. S. A., 1933.
Gaarder, T. und Spärck, R. Hydrographisch-biochemische Untersuchungen in norwegischen Austern-Pollen. Bergens Museums Årbok 1932, Naturvidensk. rekke Nr. 1, Bergen, 1932.
Gaarder, T. Untersuchungen über Produktions- und Lebensbedingungen in norwegischen Austern-Pollen. Bergens Museums Årbok 1932, Naturvidensk. rekke Nr. 3, Bergen, 1933.
Retowski, L. Beobachtungen an marinen Kleingewässern der Murmanküste. Trans. Arctic Inst., III, Part 2, 29—46, Leningrad, 1933. (In Russian, German Résumé).
Sømme, I. D. A possible relation between the production of animal plankton and the current system of the sea. American Naturalist, LXVII, 30—52, 1933.

Marine Bacteria.

Bedford, R. H. The discoloration of halibut by marine chromogenic bacteria at 0° C. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 425—30, Toronto, 1933.

Bedford, R. H. Marine bacteria of the northern Pacific Ocean. The temperature range of growth. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 431—38, Toronto, 1933.
Benecke, W. Bakteriologie des Meeres. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden (Abderhalden), Abt. IX, Teil 5, Heft 6, Berlin, 1933.
Gee, H. Lime Deposition and the Bacteria. I. Estimate of Bacterial Activity at the Florida Keys. Carnegie Inst. Washington, Papers from the Tortugas Laboratory, XXVIII, 67—82, 1932.
Gee, H. and Feltham, C. B. Lime Deposition and the Bacteria. II. Characteristics of Aerobic Bacteria from the Florida Keys. Carnegie Inst. Washington, Papers from the Tortugas Laboratory, XXVIII, 83—91, 1932.
Hess, E. Discoloration of Halibut. Progress Reports, Atlantic Biol. Stat., No. 6, 12—13, St. Andrews, N. B., 1933.

Marine Algae.

Delf, E. M. Experiments with the Stipes of Fucus and Laminaria. Journ. Exp. Biol., IX, 300—13, 1932.
Haas, P. and Hill, T. G. The Occurrence of Sugar Alcohols in Marine Algae. II. Sortibol. Biochem. Journ. XXVI, 987—90, 1932.
Homès, M. V. Recherches sur la perméabilité cellulaire des algues marines. Archives de Zool. Exp. et Gén., LXXV, Fasc. 5, Paris, 1933.
Lakowitz, —. Die Erforschung der Algenwelt der deutschen Meere. Der Biologe, II, Heft 5, 105—12, München, 1933.
Suyehiro, Y. Notes on Osmotic Experiments with Algae. Bull. Jap. Soc. Scient. Fisheries, I, No. 5, 241—43, Tokyo, 1933. (In Japanese, English Résumé).
Whitaker, D. M. On the rate of oxygen consumption by fertilized and unfertilized eggs. I. *Fucus vesiculosus*. II. *Cumingia tellinoides*. III. *Nereis limbata*. Journ. Gen. Physiol., XV (2), 167—82, 183—90, 191—200, 1931.
Zeller, A. Resistenzversuche an Rotalgen. Akad. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl. Sitzungsber. Abt. 1, Min., Biol., Erdk., CXL, (7) 543—52, 1931.

Bottom Deposits.

Gee, H. Inorganic Marine Limestone. Journ. Sedimentary Petrology, Vol. 2, 162—66, 1932.
Lüders, K. Sediment und Strömung. Senckenbergiana, XIV, Nr. 6, 387—90, Frankfurt a. M., 1932.
Macfadyen, W. A. Fossil Foraminifera from the Burdwood Bank and their Geological Significance. Discovery Reports, VII, 1—16, Cambridge, 1933.
Moore, H. B. Faecal Pellets from Marine Deposits. Discovery Reports, VII, 17—26, Cambridge, 1933.
Prenant, M. L'Analyse mécanique des sables littoraux et leurs qualités écologiques. Archives de Zool. Exp. et Gén., Tome 74, Fasc. 29, Paris, 1932.

Bottom Fauna.

GENERAL

Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée. Faune et Flore de la Méditerranée. No. 17, Paris, 1933.
Ekman, S. Über einen neuen Bodengreifer für marin-zoologische Zwecke. Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrogr., XXVIII, 312—29, Leipzig, 1933.
Elmhirst, R. Quantitative Studies between Tide Marks. Glasgow Naturalist, 1932.
Fischer-Piette, E. Répartition des principales espèces fixées sur les rochers battus des côtes et des îles de la Manche de Lannion à Fécamp. Ann. de l'Inst. Océanogr., N. S. XII, 105—213, Paris, 1932.
Orton, J. H. Studies on the Relation between Organism and Environment. Proc. and Trans. Liverpool Biol. Soc., XLVI, Liverpool, 1932.
Parr, A. E. A Geographic-Ecological Analysis of the Seasonal Changes in Temperature Conditions in shallow water along the Atlantic Coast of the United States. Bull. Bingham Océanogr. Collection, Vol. IV, Art. 3, New Haven, Conn., U. S. A., 1933.
Robertson, J. A. A Cursory Survey of the Bear Island Trawling Ground. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 115—39, Copenhague, 1932.

SPECIAL GROUPS

Arwidsson, I. *Calamyzas amphictenicola,* ein ektoparasitischer Verwandter der Sylliden. Zool. Bidrag, XIV, 153—218, Uppsala, 1933.

von Bonde, W. Post-Brephalus Development of some South African Macrura. Fisheries and Mar. Biol. Survey, Report No. 8 for the period July 1929—Dec. 1930, Special Report No. 1, Pretoria, 1932.

Borg, F. A Revision of the Recent Heteroporidae. Zool. Bidrag, XIV, 253—394, Uppsala, 1933.

Briggs, E. A. and Gardner, V. E. Hydroida. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 6, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1931.

Clark. H. L. Echinodermata (other than Asteroidea). Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 7, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1932.

de Coninck, L. Nieuwe Bijdrage tot de Kennis der vrijlevende Nematoden van Belgie. Bull. du Musée Roy. d'Hist. Nat. de Belgique, VIII, No. 7, Bruxelles, 1932.

Fauvel, P. Historie de la *Mercierella enigmatica* Fauvel. Archives de Zool. Exp. et Gén., LXXV, Fasc. 9, Paris, 1933.

Grieg, J. A. Decapoda Crustacea fra bankene ved Svalbard. Bergens Museums Årbok, 1932, Naturvidensk. rekke Nr. 2, 1932.

Hastings, A. B. The Polyzoa, with a note on an associated Hydroid. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 12, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1932.

Hertling, H. *Philinoglossa helgolandica,* n.g., n.sp., ein neuer Opisthobranchier aus der Nordsee bei Helgoland. Wiss. Meeresunters. N.F. Abt. Helgoland, XIX, Abhandlung Nr. 2, Kiel und Leipzig, 1932.

Hickson, S. J. The Alcyonarian Family *Xeniidae,* with a revision of the Genera and Species. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 5, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1931.

Hiro, F. Report on the Cirripedia collected by the Surveying Ships of the Imperial Fisheries Experimental Station on the Continental Shelf bordering Japan. Records Oceanogr. Works in Japan, V, 11—84, Tokyo, 1933.

Joubin, L. Notes préliminaires sur les Céphalopodes des croisières du Dana (1921—1922). 4e Partie. Ann. de l'Inst. Océanogr., XIII, Fasc. 1, Paris, 1933.

Leigh—Sharpe, W. H. The Hirudinea of Plymouth. Pt. I. Parasitology, XXV, 255—62, 1933.

Livingstone, A. A. Asteroidea. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 8, Brit. Mus. (Nat. Hist.) London, 1932.

Manton, S. M. On the Growth of the Adult Colony of *Pocillopora bulbosa.* Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, III, No. 6, Brit. Mus. (Nat. Hist.) London, 1932.

Moorhouse, F. W. Notes on *Trochus niloticus.* Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, III, No. 5, Brit. Mus. (Nat. Hist.) London, 1932.

Nouvel, L. Détermination des Crustacés *Natantia* rapportés par l'Expédition du "Pourquoi-Pas?" (1932). Bull. du Muséum Nation. d'Hist. Nat., 2e Série, IV, 886—89, 1932.

Orton, J. H. Some limiting factors in the Environment of the Common Limpet, *P. vulgata.* Nature, CXXXI, 693—94, 1933.

Raabe, H. Le poulpe *(Octopus vulgaris)* sans Dicyémides. Bull. de l'Inst. Océanogr. No. 611, Monaco, 1933.

Rudolph, H. Die Sepiolinen der Adria. Zool. Anz., CI, 112—20, 1932.

Santucci, R. Biologia del fondo a "Scampi" nel mare Ligure. I. *Polycheles typhlops* Heller. R. Com. Talasso. Ital., Mem. CXCIX, Venezia, 1933.

Schnakenbeck, W. *Leander longirostris* (H. M. Edw.) in der Unterelbe. Zool. Anz., CII, 129—35, 1933.

Vorstman, A. G. Über die Biologie von *Congeria cochleata* Nyst. Zool. Anz. CII, 240—42, 1933.

Winckworth, R. The British Marine Mollusca. Journ. Conchology, XIX, No. 7, 1932.

PHYSIOLOGY AND BEHAVIOUR

Alexandrowicz, J. S. Innervation des branchies de *Squilla mantis.* Archives de Zool. Exp. et Gén., LXXV, Fasc. 2, Paris 1933.

Bennitt, R. Physiological interrelationship in the eyes of decapod Crustacea. Physiol. Zool. V, 49—64, 1932.
Bennitt, R. Diurnal rhythm in the proximal pigment cells of the crayfish retina. Physiol. Zool. V, 65—69, 1932.
Berkeley, C. Oxidase of the Crystalline Style. Nature, CXXXI, 94, 1933.
Bertolini, F. Rigenerazione dell'apparato digerente nella *Holothuria*. Pubbl. della Staz. Zool. di Napoli, Vol. 12, 432—43, Roma, 1933.
Biolaszewiez, K. Sur la régulation de la composition minérale de l'hemolymphe chez le crabe. Arch. Internat. de Physiol. XXXV, 98—124, 1931.
Buytendijk, F. J. J. A propos de la façon dont les animaux se débarassent de leurs entraves (animaux marins). Arch. Néerland. Phys. III C. XV (2), 213—237, 1930.
Cole, W. H., Allison, J. B. and Sizer, I. W. Stimulation by Acids and Salts in the Barnacle, *Balanus*, and the Killifish, *Fundulus*. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 27—30. U. S. A., 1933.
Dhéré, C. et Fontaine, M. Recherches spectrochimiques (Absorption et Fluorescence) sur la Bonelline, pigment tégumentaire de la *Bonellia viridis*. Ann. de l'Inst. Océanogr., XII, Fasc. 6, Paris, 1932.
Duval, M. et Raffy, A. Études sur les échanges respiratoires des Littorines. Archives de Zool. Exp. et Gén., LXXIV, Fasc. 31, 1933.
Hall, V. E. The muscular activity and oxygen consumption of *Urechis caupo*. Biol. Bull. Marine Biol. Lab. LXI, 400—16, U. S. A., 1931.
Jullien A. et Morin, G. Contribution à l'étude de l'automatisme cardiaque chez les mollusques. Mise en liberté de substances actives au cours du fonctionnement du coeur chez *Murex trunculus*. Compt. Rend. Soc. Biol., CVIII, 464—66, 1931.
Kropp, B. The internal pressure of *Cucumaria frondosa*. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 26—27, U. S. A., 1933.
Marshall, S. M. Notes on Oxygen Production in Coral Planulae. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, I, No. 9, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London 1932.
Munro Fox, H. and Simmonds, B. G. Metabolic Rates of Aquatic Arthropods from different Habitats. Journ. Exper. Biol., X, 67—74, 1933.
Munro Fox, H. and Johnson, M. L. Control of Respiratory Movements in Crustacea. Nature, CXXXI, 514—15, 1933.
Neu, W. Der Einfluss des Farbtons der Unterlage auf die Besiedlung mit *Balanus* da Costa und *Spirorbis* Mont. Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrogr., XXVIII, 228—46, 1933.
Perkins, E. B. and Kropp, B. The Occurrence of the Humoral Chromatophore Activator among marine crustaceans, and its effect upon the Chromatophores of Crustaceans, Fishes and Amphibia. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 24—26, U. S. A., 1933.
Piéron, H. Notes éthologiques sur les Gastéropodes perceurs et leur comportement. Archives de Zool. Exp. et Gén., LXXV, Fasc. 1, Paris, 1933.
Preisler, P. W. Oxidation-reduction potentials and the possible respiratory significance of the pigment of the nudibranch *Chromodoris zebra*. Journ. Gen. Physiol. XIII, 349—59, 1930.
Roch, F. Einige Beobachtungen zur Ökologie und Physiologie von *Teredo navalis*, L. Ark. f. Zool. XXIV, A, No. 5, 1—18, 1932. (Zool. Stat. Kristineberg).
Sandonnini, C. Sulla ripartizione dello iodio in alcuni crostacei. Atti Soc. Nat. e Mat., LXI, 131—36, Modena, 1930.
Stott, F. C. Einige vorläufige Versuche über Veränderungen des Blutzuckers bei Dekapoden (Changes in the Blood Sugar of Decapods). Biochem. Zeitschr. CCXLVIII, 55—64, 1932.
Trojan, E. Light-producing powers of Sponges. Nature, CXXXI, 728, 1933.
Welsh, J. H. The Nature and Movement of the Reflecting Pigment in the Eyes of Crustaceans. Journ. Exp. Zool., LXII, 173—84, 1932.
Whitaker, D. M. On the rate of oxygen consumption by fertilized and unfertilized eggs. I. *Fucus vesiculosus*. II. *Cumingia tellinoides*. III. *Nereis limbata*, Journ. Gen. Physiol. XV, 167—82, 183—90, 191—200, 1931.
Yonge, C. M. Notes on Feeding and Digestion in *Pterocera* and *Vermetus;* with a discussion on the Occurrence of the Crystalline Style in the Gastropoda. Great Barrier Reef Exped. 1928—1929, Scient. Reports, I. No. 10, 259—81, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1932.

Yonge, C. M. and M. J., and Nicholls, A. G. Studies on the Physiology of Corals. VI. The Relationship between Respiration in Corals and the Production of Oxygen by their Zooxanthellae. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, I, No. 8, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1932.

Fishery Investigations.

GENERAL

Anon. Notice of Fish Marking to be carried out by the Hayatomo Fisheries Institute Tobata-Shi, Japan. Journ. du Conseil, VII, 407, 1932.

Blegvad, H. The Effect on the Stock of the Capture of Undersized Plaice in Danish Waters inside the Skaw. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb. LXXX, V, Copenhague, 1932.

von Bonde, C. The Correlation between Marine Biology and the Problems of the Fishing Industry. South African Journal of Science, XXVIII, 42—50, 1931.

Bückmann, A. Die Frage nach der Zweckmässigkeit des Schutzes untermassiger Fische und die Voraussetzungen für ihre Beantwortung. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb. LXXX, VII, Copenhague, 1932.

Canada. Annual Report on the work of the Biological Board of Canada for the year 1932. Ottawa, 1933.

England. Fishery Research: Its Aims and Methods. Ministry of Agriculture and Fisheries, Fisheries Notice No. 18, London, 1933.

Fischer, E. Die Wirkung des Fanges untermassiger Fische auf den Bestand. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb. LXXX, II, Copenhague, 1932.

Garstang, W. The Buckland Lectures. First Series for 1929. Aberdeen, 1933.

Gilson, G. Destruction of Young Fish on the Continental Coast. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, VI, Copenhague, 1932.

Hagmeier, A. Die Arbeiten auf einem Forschungsdampfer. Der Biologe, II, Heft 5, 112—15, München, 1933.

Hjort, J. Remarks on the Fluctuations in Number and Growth in Marine Populations. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, IX, Copenhague, 1932.

Hjort, J., Jahn, G. and Ottestad, P. The Optimum Catch. Hvalrådets Skrifter, Nr. 7, 92—127, Oslo, 1933.

International Council. Procès-Verbaux (Juin 1932). Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, Copenhague, 1932.

Jensen, A. J. C. The Effect of the Plaice Fishery on the Stock of Undersized Plaice and its Influence on the Yield of the Plaice Fishery in the North Sea. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, IV, Copenhague, 1932.

Kändler, R. Unsicherheiten bei Bestimmung der Wirbelzahl infolge Verwachsungserscheinungen. Journ. du Conseil, VII, 373—85, 1932.

Russell, E. S. Is the Destruction of Undersized Fish by Trawling Prejudicial to the Stock? Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, VIII, Copenhague, 1932.

COMMERCIAL FISHERIES

Bailey, B. E. The nutritive value of marine products. V. The vitamin A content of Ling Cod liver oil. Preliminary note. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 405—12, Toronto, 1933.

Brocklesby, H. N. and Denstedt, O. F. The Industrial Chemistry of Fish Oils with particular reference to those of British Columbia. Bull. Biol. Board of Canada, No. XXXVII, Ottawa, 1933.

Brocklesby, H. N. and Moore, L. P. Studies in Fish Oils. 2. The decolorization of pilchard oil. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 413—24, 1933.

England. Sea Fisheries Statistical Tables, 1932. Ministry of Agriculture and Fisheries, London, 1933.

Hinard, G. Considérations sur les conserves de poisson. Bases techniques d'un contrôle de leur fabrication. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit., V, 453—70, 1932.

Laurinat, K. Die Entwicklung der belgischen Seefisherei insbesondere der Motorkutterfischerei, in den letzten Jahren und ihre jetzige Lage. Mitt. des Deutsch. Seefisch.-Ver., XXXXVIII, 206—12, 1933.

Lübbert, H. Die deutsche Hochseefischerei im Jahre 1932. Der Fischmarkt, N. F. I, 144—49, 1933.
Mortensen, F. H. The Fishing Industry of Denmark. Fish Trades Gazette. Jubilee Issue, 1883—1933, 189—92, 27—V—33.
Norway. Norges Fiskerier 1930. Norges Offisielle Statistikk, VIII. 199. Oslo, 1933.
Norway. Fiskeriene 1931. Årsberetning vedkomm. Norges Fiskerier, 1931, Nr. 1, Bergen, 1933.
Norway. Lofotfisket 1932. Årsberetning vedkomm. Norges Fiskerier, 1932, Nr. 2, Bergen, 1932.
Robertson, J. A. A Cursory Survey of the Bear Island Trawling Ground. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 115—39, Copenhague, 1932.
Salammbô. Tableaux Statistiques, Année 1931. Pêches Maritimes. Bull. de la Stat. Océanogr. de Salammbô, No. 28, 1932.
Schönberg, F. Neue Wege zur Vermeidung des Verderbens frischer Fische und Krustentiere. Mitt. des Deutsch. Seefisch.-Ver. XXXXVIII, 212—15, 1933.
Scotland. Sea Fisheries Statistical Tables, 1932. Fishery Board for Scotland, Edinburgh, 1933.
Sweden. Göteborgs och Bohus Läns Havsfiskeriförening, Årsbok 1932. Göteborg, 1932.
Takayama, I. and Yoshida, H. An Investigation of the present position of the important fisheries. Journ. Imp. Fisheries Exper. Stat., Tokyo, Japan, No. 3, 1—36, 1933. (In Japanese, English Résumé).

FISHING GEAR

Arné, P. Résultats contrôlés du rendement du filet tournant dans la région de Saint-Jean-de-Luz. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit., V, 399—412, 1932.
Hayashi, H. An Investigation of a spreading device for trawling nets. Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., No. 3, 37—48, Tokyo, Japan, 1933. (In Japanese, English Résumé).
Herrington, W. C. and Merriman, D. The Advantages of the New Savings Trawl. Fishing Gazette, Vol. 49, No. 10, 8—10, New York, 1932.
Rønnestad, P. og Bjerkan, P. Undersøkelser vedkommende det nye fiske med åletrål (åleslepevad) på Skagerakkysten 1930. Årsberet. vedkom. Norges Fiskerier, 1931, Nr. 1, 83—104, Bergen, 1933.
Rosén, N. Bohuslänskt fiske efter sillhaj (håbrand). Ny Svensk Fiskeritidskrift, Nr. 2, 19—20, 1933.
Russo, A. Esperimenti di pesca luminosa con lampara elettrica sommersa. Pesca delle acciughe con sorgenti luminose nel golfo di Catania e maggiore sviluppo dell'industria sardiniera nei mari italiani. Boll. di Pesca, di Piscicolt. e di Idrobiol., VIII, 809—37, Roma, 1932.
Sato, N. On a Tank Experiment with Seine Nets. Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., Tokyo, Japan, No. 3, 49—60, 1933. (In Japanese, English Résumé).
Terestchenko, R. V. Hook lines for styrgeons fishing in the Azerbaidjan. Bull. Azerbaidjan Stat. of Fisheries, Vol. III, No. 2, Baku, 1932. (In Russian).

Fishes.

GENERAL

Bahr, K. Das Flussneunauge *(Lampreta fluviatilis)* als Urheber von Fischverletzungen. Mitt des Deutsch. Seefisch.-Ver., XXXXIX, 3—8, 1933.
Borodin, N. A. Scient. Results of the Yacht "Alva" World Cruise, July 1931 to March 1932, in Command of William K. Vanderbilt. Fishes. Bull. Vanderbilt Museum, Vol. I, Art. 3, 65—101, 1932.
de Buen, F. et Frade, F. Clef dichotomique pour une classification rapide. Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 71—74, Paris, 1932.
Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée. Faune et Flore de la Méditerranée, No. 17, 1933.
Frade, F. et de Buen, F. Poissons Scombriformes (excepté de la famille Scombridae). Clef de Classification principalement d'après la Morphologie interne. Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 69—70, Paris, 1932.
Fraser-Brunner, A. A new genus of Blennoid Fishes from the British Coast. Proc. Zool. Soc. London, 1932, Part IV, 827—28, London, 1933.

Heldt, H. *Luvarus imperialis* Raf. Addition à la faune ichthyologique tunisienne. Considérations anatomiques et biologiques. Notes de la Stat. Océanogr. de Salammbô, No. 27, 1932.
Howell, A. B. Morphology of the Pectoral Architecture in Fish. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 23, U. S. A., 1933.
Leigh—Sharpe, W. H. A List of British Fishes with their Characteristic Parasitic Copepoda. Parasitology XXV, 109—112, 1933.
Lundbeck, J. Seltene Fischarten in dem Fängen unserer Fischdampfer. Mitt. des Deutsch. Seefisch.-Ver., XXXXIX, 8—9, 1933.
Matsubara, K. and Hiyama, Y. A review of Triglidae, a family of Mail-cheeked Fishes, found in the waters around Japan. Journ. Imp. Fisheries Inst., XXVIII, 3—67, Tokyo, 1932.
Stephen, A. C. A rare Shark, *(Oxynotus paradoxus)* new to Scottish Waters. Scottish Naturalist, No. 201, 85—86, 1933.
Whitley, G. P. Fishes. Great Barrier Reef Exped. 1928—29, Scient. Reports, IV, No. 9, Brit. Mus. (Nat. Hist.), London, 1932.

PHYSIOLOGY AND BEHAVIOUR

Ackermann, D. und Hoppe-Seyler, F. A. Über das Vorkommen von Anserin und Carnosin bei Selachiern und Teleostiern. Hoppe-Seyler's Zeitschr. Physiol. Chem. CXCVII, 135—40, 1931.
Addison, W. H. F. and Richter, M. N. A Note on the Thyroid Gland of the Swordfish (*Xiphias gladius*, L). Biol. Bull. LXIII, 472—76, 1932.
Benuic, M. Bedeutungswechsel der Dinge in der Umwelt des Kampffisches *Betta splendens* Regan. Zeitschr. f. vergl. Physiol. XVIII, 437—58, 1933.
Channon, H. J. and El Saby, M. K. Fat metabolism of the herring. I. A preliminary survey. Biochem. Journ. XXVI, 2021—2034, 1932.
Clarke, R. W. On the mechanism of water and salt excretion in the Dogfish *(Squalus acanthias)*. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 38—39, U. S. A., 1933.
Cole, W. H., Allison, J. B. and Sizer, I. W. Stimulation by Acids and Salts in the Barnacle, *Balanus*, and the Killifish, *Fundulus*. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 27—30, U. S. A., 1933.
Dawson, A. B. The Relative Numbers of Immature Erythrocytes in the circulating Blood of several Species of Marine Fishes. Biol. Bull., LXIV, 33—43, U. S. A., 1933.
Danneel, R. Die Giftwirkung des Rotenons und seiner Derivate auf Fische (II. Der Angriffspunkt der Gifte). Zeitschr. f. vergl. Physiol. XVIII, 524—35, 1933.
Fries, E. F. B. Color changes in Fundulus, with special consideration of the xanthophores. Journ. Exp. Zool. LX, 384—426, 1931.
Gitter, A. Untersuchungen über die Herztätigkeit der Fische. V. Zeitschr. f. vergl. Physiol., XVIII, No. 4, 654—66, 1933.
Gray, J. Studies in Animal Locomotion. I. The Movement of Fish with Special Reference to the Eel. Journ. Exper. Biology, X, 88—104, 1933.
Jacobs, W. Von der Schwimmblase der Fische. Natur und Museum, Band 62, 393—401, Frankfurt a. M., 1932.
Kokubo, S. Contribution to the research on the respiration of fishes. II. Studies on the acidosis of fishes. Scient. Rept. Tohoku Imp. Univ. 4th Ser. Biol. V, 249—390, 1930.
Lovern, J. A. Fat metabolism in Fishes. I. General survey of the fatty acid composition of the fats of a number of fishes, both marine and fresh-water. Biochem. Journ., XXVI, 1978—1984, 1932.
Lovern, J. A. Fat metabolism in Fishes. II. The peritoneal, pancreatic and liver fats of the sturgeon *(Acipenser sturio)*. Biochem. Journ. XXVI, 1985—88, 1932.
MacKay-Sawyer, M. E. A mechanism controlling movements of the spiral intestine in elasmobranchs. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 477—94, Toronto, 1933.
MacKay-Sawyer, M. E. and Komarov, S. A. Some physiological effects of extractive substances in skate's skin. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 439—46, Toronto, 1933.
Marshall, E. K. and Grafflin, A. L. The excretion of phosphate by the kidney. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 19—20, U. S. A., 1933.

Meyer, E. Versuche über den Farbwechsel von Gobius und Pleuronectes. Zool. Jahrb. Abt. Allgem. Zool. u. Physiol., Tiere, XLIX, 231—70, 1931.
Moorhouse, V. H. K. Reactions of fish to noise. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 465—75, Toronto, 1933.
Nicholls, J. V. V. The effect of temperature variations and of certain drugs upon the gastric motility of elasmobranch fishes. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 447—63, Toronto 1933.
Orias, O. Influence of Hypophysectomy on the Pancreatic Diabetes of Dogfish. Biol. Bull. LXIII, 477—83, 1932.
Pearson, J. F. W. Changes in pigmentation exhibited by the freshwater catfish, *Ameiurus melas*, in response to differences in illumination. Ecology, XI, 703—12, 1930.
Perkins, E. B. and Kropp, B. The Occurrence of the Humoral Chromatophore Activator among marine crustaceans, and its effect upon the Chromatophores of Crustaceans, Fishes and Amphibia. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 24—26, U. S. A., 1933.
Pitts, R. F. Diuresis in Marine Teleosts. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 18—19, U. S. A., 1933.
Raffy, A. Influence des fortes teneurs en oxygène sur la respiration de divers poissons. Compt. Rend. Soc. Biol. CVI, 901—03, 1931.
Ragnotti, E. Influenza di variazioni di concentrazione in ioni H sui processi di cicatrizzazione. Pubbl. della Staz. Zool. di Napoli, Vol. 12, 407—24, Roma, 1933.
Roth, G. B. The Reaction of the Oviduct of Skates to certain autonomic poisons. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 20—22, U. S. A., 1933.
Roth, G. B. Effects of certain Barbiturates on the Heart of Elasmobranchs. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 22—23, U. S. A., 1933.
Sgonina, K. Das Helligkeitsunterscheidungsvermögen der Elritze *(Phoxinus laevis)*. Zeitschr. f. vergl. Physiologie, XVIII, 1933.
Shannon, J. A. The Renal Function in Elasmobranch Fishes. Mount Desert Island Biol. Lab., Annual Announcement for 1933 and Report for 1932, 36—37, U. S. A., 1933.
Smith, H. W. The regulation of the composition of the blood of teleost and elasmobranch fishes, and the evolution of the vertebrate kidney. Copeia 1931 (4), 147—52, 1931.
Sumner, F. B. and Wells, N. A. The effect of optic stimuli upon the formation and destruction of melanin pigment in fishes. Journ. Exp. Zool. LXIV, 377—403, 1933.
White, F. D. The occurrence of creatine in the muscle, blood and urine of the dogfish, *Squalus sucklii*. Contr. Canadian Biol. and Fish. VI, 341—54, 1931.
Young, J. Z. The Autonomic Nervous System of Selachians. Quart. Journ. Microsc. Science, LXXV, 571—624, 1933.
Young, J. Z. The preparation of Isotonic Solutions for use in experiments with fish. Pubbl. della Staz. Zool. di Napoli, Vol. 12, 425—31, Roma, 1933.

EGGS AND LARVAE

Sanzo, L. Uova, stadi larvali e giovanili di *Centrolophus Pompilus*, C. V. R. Com. Talasso. Ital., Mem. CXCVI, Venezia, 1932.
Sanzo, L. Uova e primi stadi larvali di Alalonga *(Orcynus germo* Ltkn.). R. Com. Talasso. Ital., Mem. CXCVIII, Venezia, 1933.
Schnakenbeck, W. Über zwei Blenniiden-Larven. Zool. Anz., CII, 191—94, 1933.
Sparta, A. Contributo alla conoscenza dello sviluppo postembrionale in *Anthias sacer* Bloch. R. Com. Talasso. Ital., Mem. CXCV, Venezia, 1932.
Sparta, A. Contributo alla conoscenza dello sviluppo postembrionale di *Callanthias peloritanus* Gthr. R. Com. Talasso. Ital., Mem. CXCVII, Venezia, 1932.

FISH HATCHERIES

Anon. The Artificial Propagation of Salmon. A Report by an Interdepartmental Committee on the need for, and possibilities of, an experiment to test its value. Fishery Board for Scotland, Salmon Fisheries, VII 1932, Edinburgh, 1933.
Dannevig, A. Beretning fra Flødevigens Utklekningsanstalt. Årsberetning vedkom. Norges Fiskerier, 1931, Nr. 1, 105—10, Bergen 1933.

Hata, K. Effect on the growth of young fish of additional food stuffs in the artificial synthetic diet. Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., No. 3, 281—312, Tokyo Japan, 1933. (In Japanese, English Résumé)

Kawajiri, M. Influence of variation of water temperature on the diminution in number of Fry of Salmon and Trout. Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., No. 3, 265—80, Tokyo, Japan, 1933. (In Japanese, English Résumé).

Sekine, H. and Sato, S. On a synthetic diet for use in fish culture. III. The Effect of Ca-phosphate and Fe-citrale as stimulants on growth in the post-larval of Red Salmon *(Oncorhynchus nerka)*. Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., No. 3, 259—63, Tokyo, Japan, 1933. (In Japanese, English Résumé).

FISH PARASITES AND DISEASES

Anon. Das Aalsterben in Württemberg, Baden und in der Pfalz 1931—32. Allgemeine Fischerei-Zeitung, 1933, Nr. 1, Jahrgang 58, 2—8, Augsburg, 1933.

Baylis, H. A. The Nematode genus *Ascarophis* van Beneden. Ann. and Mag. of Nat. Hist., Vol. XI, Ser. 10, 111—17, 1933.

Borcea, I. *Livoneca pontica* nov. sp., Copépode parasite des Aloses et Sardines de la Mer Noire. Bull du Muséum Nation. d'Hist. Nat., 2e Série, V, 128—29, 1933.

Bruun, A. F. and Heiberg, B. The "Red Disease" of the Eel in Danish Waters. Medd. fra Komm. for Danmarks Fiskeri- og Havunders., Serie: Fiskeri, IX, Nr. 6, København, 1932.

Guberlet, J. E. Notes on some Onchocotylinae from Naples with a description of a new species. Pubbl. della Staz. Zool. di Napoli, Vol. 12, 323—36, Roma, 1933.

Leigh-Sharpe, W. H. A List of British Fishes with their Characteristic Parasitic Copepoda. Parasitology, XXV, 109—12, 1933.

Leigh-Sharpe, W. H. A Second List of Parasitic Copepoda of Plymouth with a Description of Three New Species. Parasitology, XXV, 113—18, 1933.

Lloyd, L. C. and Guberlet, J. E. A new Genus and Species of Monorchidae. Journ. of Parasitology, XVIII, 232—39, 1932.

Popov, A. M. Über parasitische Isopoden von Fischen aus dem Schwarzen Meer. Zool. Anz., CI, 193—98, 1933.

Timon-David, J. Sur une nouvelle espèce de *Renicola*, trématode parasite du reine des Laridés. Bull. de l'Inst. Océanogr. No. 616, Monaco, 1933.

Todd, C. The Presence of a Bacteriophage for *B. salmonicida* in river waters. Nature, CXXXI, 360, 1933.

AQUARIUM EQUIPMENT

Galtsoff, P. S. and Cable, L. E. The Current Rotor. Science, LXXVII, 242, 1933.

Takayama, I. and others. On the Water Renewal for Bait Tanks. Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., No. 3, 181—247, Tokyo, Japan, 1933. (In Japanese, English Résumé).

AGE DETERMINATION

Buschkiel, A. Experimentelle Beeinflussung von Schuppenbildern. Journ. du Conseil, VIII, 80—82, 1933.

PLAICE AND OTHER PLEURONECTIDS

Blegvad, H. The Effect on the Stock of the Capture of Undersized Plaice in Danish Waters inside the Skaw. Cons. Perm. Int. pour l'Explor de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, V, Copenhague, 1932.

Bückmann, A. Über Vernichtung junger Plattfische. Der Fischmarkt, N. F. I, 85—89, 1933.

Eggerstedt, H. Generalversammlung des Hamburgischen Haupt-Fischerei-Vereins. Ein Mindestmass von 24 cm. für Schollen. Der Fischmarkt, N. F. I, 129—31, 1933.

Gilson, G. Destruction of Young Fish on the Continental Coast. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, VI, Copenhague, 1932.

Hewer, H. R. Studies in colour changes in fish. Part V. The colour patterns in certain Flat-fish and their relation to the environment. Journ. Linnean Soc., XXXVII, Zoology, 493—513, 1931.

Hjort, J., Jahn, G. and Ottestad, P. The optimum Catch. Hvalrådets Skrifter, Nr. 7, 92—127, Oslo, 1933.

Jensen, A. J. C. The Effect of the Plaice Fishery on the Stock of Undersized Plaice and its Influence on the Yield of the Plaice Fishery in the North Sea. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, IV, Copenhague, 1932.
Molander, A. R. Ett gott år för rödspottebeståndet. Ny Svensk Fiskeritidskrift, Nr. 4, 47, 1933.
Norman, J. R. Notes on Flat Fishes *(Heterosomata)*. IV. A Synopsis of the Genera of the Subfamily *Pleuronectinae*. Ann. and Mag. of Nat. Hist., 10th Series, Vol. XI, 214—22, 1933.

COD

Dannevig, A. and Sivertsen, E. On the Influence of Various Physical Factors on Cod Larvae: Experiments at the Flødevig Sea-Fish Hatchery. Journ. du Conseil, VIII, 90—99, 1933.
Lundbeck, J. The Barents Sea and the Bear Island. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 139—41, Copenhague, 1932.
Messiatzeva, E. Chief Results of the Fishery Research in the Barents Sea in 1930 by the GOIN (State Oceanographical Institute of U. S. S. R.). Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 141—51, Copenhague, 1932.
Rollefsen, G. The Susceptibility of Cod Eggs to external Influences. Journ. du Conseil, VII, 367—73, 1932.
Sund, O. On the German and Norwegian Observations on the Cod in 1931. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 151—56, Copenhague, 1932.

HADDOCK

Bowman, A. The Effect on the Stock of the Capture of Undersized Fish. The Haddock Population of the North Sea Plateau. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, III, Copenhague, 1932.
Lundbeck J. The Barents Sea and the Bear Island. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXI, 139—41, Copenhague, 1932.
Raitt, D. S. The Fecundity of the Haddock. Fishery Board for Scotland, Scient. Invest., 1932, No. 1, Edinburgh, 1933.
Vladykov V. D. High Temperature stops Haddock Fishing. Progress Reports, No. 7, Atlantic Biol. Stat., 10—11, Biol. Board of Canada, 1933.

HAKE

Belloc, G.: Rapport préliminaire de mission à bord du H. M. S. "George Bligh". Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 25—28, Copenhague, 1933.
Hickling, C. F. A note on the rejection of Hake at sea on English trawlers. Rapport Atlantique, 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 25—26, Copenhague, 1933.

TUNNY

Anon. Compte-rendu de la Conférence d'experts pour l'examen des méthodes scientifiques et techniques à appliquer à l'étude des poissons de la famille des Thonidés (Madrid—Cadiz 16—22 mai 1932). Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 91—103, Copenhague, 1933.
See also: Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 47—90, Paris, 1932.
Heldt, H. Le Thon Rouge et sa Pêche. Rapport pour 1931. Bull. de la Stat. Océanogr. de Salammbô, No. 29, 1932.
See also: Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, N. S. VII, 203—318, Paris, 1932.

HERRING

Anon. Die grosse deutsche Heringsfischerei mit Treibnetzen. Der Fischmarkt, N. F. I, 95—97, 1933.
Anon. Statistik der deutschen Heringsfischerei im Nordseegebiet für 1932. Mitt. des Deutsch. Seefisch.-Ver., XXXXIX, 16—17, 1933.
Anon. 50 Years of Herring Fishing. Fish Trades Gazette, Jubilee Issue, 1883—1933, 177—80, 27—V—33.

Channon, H. J. and El Saby, M. K. Fat metabolism of the herring. I. A preliminary survey. Biochem. Journ. XXVI, 2021—34, 1932.
Dixon, B. The mixture of herrings with sprats in catches with the Sprat Trawl, and the composition of the Sprat stock of the Gulf of Danzig in 1932. Journ. du Conseil, VII, 386—96, 1932.
Ehrenbaum, E. Der Fang jugendlicher Heringe in seinem Einfluss auf die Heringsbestände. Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXX, I, Copenhague, 1932.
Le Gall, J. Quelques prévisions pour l'année 1933. La Pêche Maritime, XVI, Nr. 274, 1933.
Hessle, Chr. Utsikterna för strömningsfisket 1933. Ny Svensk Fiskeritidskrift, Nr. 4, 44—46, 1933.
Hodgson, W. C. Result of the 1932 Herring Forecast: Remarkably Accurate Anticipation. Fishing News, 24—25, 4—II—33.
Huntsman, A. G. Heat and cold make herring seasons in Passamaquoddy. Progress Reports, Atlantic Biol. Stat., No. 7, 3—6, Biol. Board of Canada, 1933.
Jespersen, P. On the Food of the Herring in Icelandic Waters. Medd. fra Komm. for Danmarks Fiskeri- og Havunders., Serie Plankton, II, Nr. 3, København 1932.
Lissner, H. Die deutsche Schleppnetzfischerei auf Heringe 1932. Der Fischmarkt, N. F. I, 119—23, 1933.
Lissner, H. German Trawl Herring Fishery Prospects. Fishing News, 24, 20—V—33.
Runnstrøm, S. Sildeundersøkelser 1930—31. Årsberetning vedkom. Norges Fiskerier 1931, Nr. 1, 65—77, Bergen, 1933.
Schnakenbeck, W. Die Heringe der Elbmündung und ihre Herkunft. Der Fischmarkt, N. F. I, Heft 2, 69—72, 1933.
Watkin, E. E. Studies on the commercial herring shoals of the Smalls. Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 41—62, Copenhague, 1933.
Watkin E. E. The drift herring of the South-east of Ireland and its Fishery. Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 63—89, Copenhague, 1933.
Wille, O. Untersuchungen über die Rohware der deutschen Fishindustrie und ihre wechselnde chemische Zusammensetzung. 4. Der deutsche Trawlhering, 1932. Fische und Fishwaren, Nr. 2, 18—20, Februar 1933.
Wollaston, H. J. B. Some modern statistical methods: their application to the solution of herring race problems. With a Foreword by R. R. Fisher. Journ. du Conseil, VIII, 7—47, 1933.
Wood, H. Buckland Foundation Fishery Lectures. Natural History of the Herring in Scottish Waters. Fishing News, 22—26, 25—II—33.
Wood, H. Buckland Foundation Fishery Lectures, No. 2. Ocean Currents and the Distribution and Movements of the Herring Shoals. Fishing News, 22—26, 11—III—33.
Wood, H. Buckland Foundation Fishery Lectures. No. 3. Investigations of Herring Races: Complex Story that may require generations to unravel. Fishing News, 23—27, 25—III—33.

PILCHARDS, SPRATS AND ANCHOVY

Arné, P. Résultats contrôlés du rendement du filet tournant dans la région de Saint-Jean-de-Luz. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit., V, 399—412, 1932.
Beaugé, L. Deux remarques sur la sardine. Influence des pluies et loi des complémentaires. Bull. de la Soc. d'Océanogr. de France, XIII, 1244—48, 1933.
Bjerkan, P. Om skarpsillfiske och skarpsillstäng. Ny Svensk Fiskeritidskrift, Nr. 3, 25—33, 1933.
Bjerkan, P. Brislingundersøkelser 1930—31. Åarsberetning vedkom. Norges Fiskerier 1931, Nr. 1, 77—82, Bergen 1933.
Brocklesby, H. N. and Charnley, F. Studies in Fish Oils. 3. Some Observations on the hydrogenation of pilchard oil. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 521—35, Toronto, 1933.
de Buen, F. Rapport sur les Clupéidés et leur pêche. Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 319—40, Paris 1932.

Dixon, B. The mixture of herrings with sprats in catches with the Sprat Trawl, and the composition of the sprat stock of the Gulf of Danzig in 1932. Journ. du Conseil, VII, 386—96, 1932.
Le Gall, J. Pilchards français, Pilchards anglais, Pilchards américains? La Pêche Maritime, la Pêche Fluviale, et la Pisciculture, XVI, 5—6, 1933.
Hart, J. L. The Pilchard Fishery of British Columbia. Bull. Biol. Board of Canada, No. XXXVI, Ottawa, 1933.
Kimura, K. On the Death of Sardines in confinement. Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., No. 3, 165—80, Tokyo, Japan, 1933. (In Japanese, English Résumé).
Ramalho, A. Notice sur la pêche et la biologie de la sardine au Portugal. Rapport Atlantique 1931, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, Rapp. et Proc.-Verb., LXXXIV, 29—39, Copenhague, 1933.

MACKEREL

Hall, F. G. The ability of the common mackerel and certain other marine fishes to remove disolved oxygen from sea water. Amer. Journ. Physiol., XCIII, 417—21, 1930.

EELS

Brühl, L. Über die Ursachen der Glasaal-Wanderungen. Allgemeine Fischerei-Zeitung, 1933, Nr. 2, 21—23; Nr. 3, 36—39, Augsburg, 1933.
Bruun, A. F. and Heiberg, B. The "Red Disease" of the Eel in Danish Waters. Medd. fra Komm. for Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, Serie: Fiskeri, IX, Nr. 6, København, 1932.
Dunajewski, A. Die Lymphgefässe im Rumpfe des Aales (*Anguilla anguilla* L.). Bull. Internat. Acad. Polonaise Sci. et Lettr. Cl. Sci. Math. et Nat. Ser. B, Sci. Nat. (II) (Zool.), 467—78, 1930.
Florkowski, W. Die Verteilung der Lymphgefässe im Kopfe des Aales (*Anguilla anguilla* L.). Bull. Internat. Acad. Polonaise Sci. et Lettr. Cl. Sci. Math. et Nat. Ser. B, Sci. Nat. (II) (Zool.) 457—65, 1930.
Menzies, W. J. M. The Common Eel and its capture. Fishery Board for Scotland, Salmon Fisheries, 1932, No. VI, Edinburgh, 1933.
Meyer, P. F. Aalsterben in der Ostsee. Mitt. des Deutsch. Seefisch.-Ver. XXXXVIII, 216—19, 1933.
Parr, A. E. Deep-Sea Eels, exclusive of Larval Forms. Bull. Bingham Oceanogr. Collection, III, Art. 5, New Haven, Conn., U. S. A., 1933.
Rønnestad, P. og Bjerkan, P. Undersøkelser vedkommende det nye fiske med åletrål (åleslepvad) på Skagerakkysten 1930. Årsberetn. vedkom. Norges Fiskerier, 1931, Nr. 1, 83—104, Bergen, 1933.
Schmidt, Johs. Note sur les recherches du navire "Dana" en Méditerranée. Comm. Int. pour l'Explor. Scient. de la Mer Méditerranée, Rapp. et Proc.-Verb., N. S. VII, 27, Paris, 1932.
Trewavas, E. A Contribution to the Classification of the Fishes of the order Apodes, based on the Osteology of some rare Eels. Proc. Zool. Soc., London, 1932, Part III, 639—59, 1932.

SKATES AND RAYS

Ehrenbaum E. Vom Dornhai und vom Heringshai. Der Fischmarkt, N. F. I, 155—60, 1933.

FRESHWATER FISH

Brocklesby, H. N. The hydrolysis of the body oil of the salmon. Contrib. Canad. Biol. and Fisheries, N. S. VII, 505—19, Toronto, 1933.
Fick, H. Über den Beginn des Lachsfanges in der Niederelbe 1933. Der Fischmarkt, N. F. I. 125, 1933.
Huntsman, A. G. St. John November Salmon — The Earliest Run known. Progress Reports, Atlantic Biol. Stat., No. 6, 7—10, St. Andrews, N. B., 1933.
Macfarlane, P. R. C. Salmon of the River Tweed, 1929. Fishery Board for Scotland, Salmon Fisheries, 1932, No. III, Edinburgh, 1933.
O'Malley, H. Nutritional requirements of trout. Science, LXXVI, 593—94, U. S. A., 1932.
Nall, G. H. Sea Trout of the River Leven and Loch Lomond. Fishery Board for Scotland, Salmon Fisheries, 1932, No. IV, Edinburgh, 1933.

Nall, G. H. Salmon of the River Ewe and Loch Maree. Fishery Board for Scotland, Salmon Fisheries, 1932, No. V, Edinburgh, 1933.
Nall, G. H. Orkney Sea Trout. With appendix on growth rates of Brown Trout from St. Mary's Loch. Fishery Board for Scotland, Salmon Fisheries, 1932, No. VIII, Edinburgh, 1933.
Olofsson, O. Varför äro laxar med lekmärke a fjällen sällsynta? Ny Svensk Fiskeritidskrift, Nr. 3, 33—36, 1933.
Otterstrøm, C. V. Reife Lachse *(Salmo salar)* in Teichen. Journ. du Conseil, VIII, 83—89, 1933.
Pentelow, F. T. K., Southgate, B. A. and Bassindale, R. I. The Relation between the Size, Age and Time of Migration of Salmon and Sea Trout Smolts in the River Tees. II. The Proportion of the Sexes and the Food of Smolts of Salmon and Sea Trout in the Tees Estuary. Ministry of Agricult. and Fisheries, Fishery Invest., Ser. I, III, No. 4, 1933.
Pravdin, I. F. The Humpback-Salmon from the Amour River. *Oncorhynchus gorbuscha* Walb. natio amurensis nova. Bull. of the Inst. of Freshwater Fisheries, XIV, 53—98, Leningrad, 1932. (In Russian, English Résumé).
Prudhomme, M. Observations sur l'absorption du carotene chez les Salmonides. C. R. Soc. Biol., CXI, 675, 1932.
Southgate, B. A. Oxygen and Rainbow Trout. Some Experiments to determine the Lowest Concentration of Oxygen at which Trout will survive. Salmon and Trout Mag. March 1933.
Storrow, B. Salmon caught in the Vicinity of the Tyne, 1927—31. Journ. du Conseil, VII, 396—406, 1932.
Tilik, Z. E. Changes of chemical contents of the Svir salmon muscular tissues observed during its breeding migration. Bull. of the Inst. of Freshwater Fisheries, XIV, 132—53, Leningrad, 1932. (In Russian).
White, H. C. Salmon fry in still water. Progress Reports, Atlantic Biol. Stat., No. 7, 6—8, Biol. Board of Canada, 1933.

Freshwater and Pollution.

Kurasige, H. Some Experimental Observations on the Diurnal Change of pH and Oxygen production by Aquatic Plants in relation to the Solar Radiation. Geophys. Mag. V, No. 4, 343—59, Central Meteor. Observ., Tokyo, 1932.
Parker, A. Sanitation and Water Purification. Reports of the Progress of Applied Chemistry, XVII, 626—62, Cambridge, 1932.
Southgate, B. A. The Toxicity of Mixtures of Poisons. Quart. Journ. Pharmacy and Pharmacology, V, 639—48, 1932.
Southgate, B. A. The Effect of some Constituents of Coke-Oven Effluents on the Rate of Decomposition of Sewage. Journ. Soc. Chemical Industry, LII, No. 2, 1T—4T, 1933.
Wiebe, A. H. The Effect of High Concentrations of Dissolved Oxygen on Several Species of Pond Fish. Ohio Journ. Sci., XXXIII, 110—26, 1933.

Oysters and other Lamellibranchs.

Dantan, J. L. et Heldt, H. L'Ostréiculture en Tunisie. Résultats acquis dans le lac de Porto-Farina. Bull. No. 30, Stat. Océanogr. de Salammbô, 1932.
Elsey, C. R. Oysters in Brittish Columbia. Bull. Biol. Board of Canada, XXXIV, Ottawa, 1933.
England. Information bearing on the Starting or Resuscitation of Oyster Beds in England and Wales. Ministry of Agricult. and Fisheries, Fisheries Notice No. 19, 1933.
Gaarder, T. Austernzucht in Norwegen. Internat. Revue der ges. Hydrobiol. und Hydrogr., XXVIII, 250—61, 1933.
Gaarder, T. Untersuchungen über Produktions- und Lebensbedingungen in norwegischen Austern-Pollen. Bergens Museums Årbok 1932, Naturvidensk. rekke No. 3, Bergen 1933.
Gaarder, T. und Spärck, R. Hydrographisch-biochemische Untersuchungen in norwegischen Austern-Pollen. Bergens Museums Årbok 1932, Naturvidensk. rekke Nr. 1, 1932.
Hinard, G. Sur un nouveau collecteur de naissain d'huîtres. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit., V, 491—93, 1932.

Hori, J. On the Development of the Olympia Oyster, *Ostrea lurida* Carpenter, transplanted from United States to Japan. Bull. Japanese Soc. Scient. Fisheries, Vol. I, No. 6, 269—76, 1933. (In English).
Needler, A. W. H. Floats for the Collection of Oyster Spat. Progress Reports, Atlantic Biol. Stat., No. 7, 8—10, Biol. Board of Canada, 1933.
Orton, J. H. Studies on the Relation between Organism and Environment. Proc. and Trans. of the Liverpool Biol. Soc., XLVI, 1—16, Liverpool, 1932.
Orton, J. H. Strange Spatfall of the Common Mussel on the Common Cockle. Nature, CXXXI, 513—14, 1933.
Voisin, P. Recherches sur la production des huîtres indigènes dans le Morbihan. Rev. des Trav. de l'Office des Pêches Marit., V, 471—90, 1932.
Voisin, P. L'Ostréiculture et le progrès. La Pêche Maritime, la Pêche Fluviale et la Pisciculture, XVI. 16—18, 1933.

Crustacea.

Chaisson, A. F. The Shipment of live lobsters. Progress Reports, Atlantic Biol. Stat., St. Andrews, N. B., No. 6, 10—12, 1933.
Fick, H. Die Wollhandkrabbe in Wissenschaft und Praxis. Der Fischmarkt, N. F. I, 89—95, 1933.
Kinoshita, T. On the Propagation of the Spiny Lobster, *Panulirus japonicus* (v. Siebold). Bull. Jap. Soc. Scient. Fisheries, I, No. 5, 237—40, Tokyo, 1933. (In Japanese, English Résumé).
Marukawa, H. Biological and Fishery Research on Japanese King Crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). Journ. Imp. Fisheries Exp. Stat., No. 4, Tokyo, Japan, 1933. (In Japanese, 1—122, English Résumé, 123—52).
Panning, A. und Peters, N. Die chinesische Wollhandkrabbe *(Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards) in Deutschland. Zool. Anz., CI, 265—71, 1933.
Templeman, W. Female Lobsters handicapped in growth by spawning. Progress Reports, Atlantic Biol. Stat., St. Andrews, N. B., No. 6, 5—6, 1933.

Whales and Seals.

Cray, R. W. Peterhead Sealers and Whalers: A contribution to the History of the Whaling Industry. Scottish Naturalist, No. 200, 33—38, 1933.
Hjort, J. Wal und Walfischfang. Das Polarbuch, 33—54, Berlin, 1933.
Hjort, J. Whales and Whaling (Introductory Remarks). Hvalrådets Skrifter, Nr. 7, 7—29, Oslo, 1933.
Hjort, J., Jahn, G. and Ottestad, P. The optimum Catch. Hvalrådets Skrifter, Nr. 7, 92—127, Oslo, 1933.
Hjort, J., Lie, J. and Ruud, J. T. Norwegian Pelagic Whaling in the Antarctic. II. Hvalrådets Skrifter, Nr. 7, 128—52, Oslo, 1933.
Sdobnikov, V. Concerning the net-catching of the *Phoca groenlandica* on the Mourman coast. Trans. Arctic Inst., III, Part 2, 61—71, Leningrad, 1933. (In Russian, English Résumé).

Biological-Miscellaneous.

Antipa, G. La Vie dans la Mer Noire. Ann. de l'Inst. Océanogr. XIII, Fasc. 2, Paris, 1933.
Carter, G. S. Aquatic and aerial respiration in animals. Biol. Reviews, VI, 1—35, 1931.
Chambers, L. A. and Gaines, N. Some Effects of Intense Audible Sound on Living Organisms and Cells. Journ. Cell. Comp. Physiol., I, 451—71, 1932.
Huxley, J. S. Problems of Relative Growth. London 1932.
Klem, A. On the Growth of Populations of Yeast. Hvalrådets Skrifter, Nr. 7, 55—91, Oslo, 1933.
Nicholson, A. J. The Balance of Animal Populations. J. Anim. Ecol. II, 132—78, 1933.
Ottestad, P. A mathematical Method for the Study of Growth. Hvalrådets Skrifter, Nr. 7, 30—54, Oslo, 1933.
Pantin, C. F. A. Physiological Adaptation. Journ. Linnean Soc. Zoology, XXXVII, 705—11, 1932.
Retowski, L. Eine Beobachtung über den winterlichen Haushalt des Reliktensees Mogilnoje. Trans. Arctic Inst., III, Part 2, 47—49, Leningrad, 1933. (In Russian, German Résumé).

Notice to Contributors.

1) All contributions should be type-written, on one side of the paper only.

2) Drawings and diagrams for reproduction should be prepared in waterproof Indian Ink (Encre de Chine) on Bristol Board or other perfectly smooth, white paper or card. No erasures should be made. Shading should be limited to the minimum necessary, and when used the shading lines should be kept open. Fine and dotted lines should be drawn boldly.

Lettering should be inserted only in pencil: the block-maker will be responsible for the definitive lettering.

Drawings should if possible be twice the diameter required, and when reduced should occupy a maximum space of 18 cms. in length and 11 cms. in width, including the space for the legend. The shape should be such as to fit easily into the page.

The size to which drawings are to be reduced should be noted in pencil on the originals.

When several illustrations are required for the same article they may be drawn on the same sheet, allowing at least 5 cms. between them.

Charts and curves may be drawn to advantage on graph-paper ruled in pale blue lines, as these lines do not appear in photographic reproduction.

Legends for figures should be type-written on a separate sheet.

3) For satisfactory reproduction of photographs a good glossy bromide print is required, and all added matter, such as reference letters, arrows, numbers etc., should be drawn on the face of the photograph or indicated on tracing paper attached to the back of the print and folded over the front. If matter is written on the face of the photograph a duplicate print without the added matter should be supplied.

Legends should be written on the back of the photographs, or type-written on a separate sheet.

ELLIOTT & GARROOD LTD. BECCLES - SUFFOLK - ENGLAND

MANUFACTURERS OF HYDROGRAPHIC APPLIANCES

Telegrams: Elliott Garrood, Beccles.
Telephone: Beccles 7.

"CARRUTHERS" DRIFT INDICATORS . WATER SAMPLING BOTTLES
"LUMBY" SURFACE SAMPLERS . RECORDING METRE WHEELS
HARDY" PLANKTON INDICATORS . WINCHES FOR HYDROGRAPHIC WORK

Designs and Quotations for any special apparatus.

BERGEN NAUTIK A/S

Telegrams: "Nautik"

strument Makers, Bergen, Norway.

Great experience in oceanographic instruments, e. g.

NANSEN WATERBOTTLES, (with latest improvements), various sizes,
ETRE WHEELS, (periph. 1/2 or 1 m), also th large DISTANCE DIALS, DYNAMO-ETERS, THERMOMETER COMPARISON RAMES (taking 10 therm.), GROUND AMPLERS, PLANKTON NET BUCKETS d RELEASING MECHANISMS, FISHER-EN'S THERMOMETERS, FISHERMEN'S OUNDING GEAR, THOMPSON SOUND-G GEAR. OCEANOGRAPHIC WINCHES (el. driven).

s have supplied all Norwegian and many foreign institutions.
ODERATE PRICES. Please write for illustrated catalogue, including list of principal customers.

Andr. Fred. Høst & Søn

Booksellers to the Court

BREDGADE 35 · COPENHAGEN

*

With our long experience in the bookbusiness we can offer the most efficient, prompt and economical service.

Our large stock of new and second-hand Scandinavian books enables us to fill orders by return.

Publications of the International Council:—

RAPPORTS ET PROCÈS-VERBAUX.

Vol. LXXXII: *O. Pettersson. Interne Gezeiten-Wellen.* February 1932. Kr. 1.75.

Vol. LXXXIII: *Cl. Künne. Weitere Untersuchungen zum Vergleich der Fangfähigkeit verschiedener Modelle von vertikal fischenden Plankton-Netzen.* March 1933. Kr. 2.00.

Vol. LXXXIV: *Rapport Atlantique 1931.* March 1933. Kr. 4,00.

BULLETIN HYDROGRAPHIQUE

Expédition internationale du Cattégat du 10 au 17 Août 1931. March 1933. Kr. 3.50.

To appear shortly:—

RAPPORTS ET PROCÈS-VERBAUX.

Vol. LXXXV: *Procès-Verbaux (Mai – 1933).*

BULLETIN HYDROGRAPHIQUE *pour l'année 1932.*

Atlas de Température et Salinité de l'eau de surface de la Mer du Nord et de la Manche.

BULLETIN STATISTIQUE pour l'année 1931.

Attention is drawn to the new Series E:—

FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DE L'ATLANTIQUE NORD, of which Nos 1 – 13 have been issued. Each 4 Kr.

FRANZ SCHMIDT BERLIN N4 WÖHLERTSTRASSE 20

FABRIKANT VON
TIEFSEE-UMKIPPTHERMOMETER
MIT NEBENTHERMOMETER
EINFACHE KIPP-THERMOMETER
FÜR DIE FISCHEREI
OBERFLÄCHEN-THERMOMETER
UND ANDERN ARTEN

MANUFACTURERS OF
DEEP-SEA REVERSING THERMOMETERS
WITH AUXILIARY THERMOMETERS
PLAIN REVERSING THERMOMETERS
FOR FISHERMEN
SURFACE AND OTHER THERMOMETERS

GEGRÜNDET 1912 - FOUNDED IN 1912

For advertisement rates, apply to the Administrative Secretary, International Council for the Exploration of the Sea, Strandvej 34 B, Hellerup.

Table of Contents.

Page

1. Obituary Notice:—
   Johannes Schmidt (1877—1933) by **C. Tate Regan** 145
2. **H. Blegvad.** Plaice Transplantations 161
3. **Fritz Gessner.** Phosphat, Nitrat und Planktongehalt im Arkonabecken. Ein Beitrag zur Produktionsbiologie der Ostsee 181
4. **S. G. Gibbons.** A New Type of Sampler for Use in the Quantitative Analysis of Plankton Collections 195
5. **E. Steemann Nielsen.** Über quantitative Untersuchung von marinem Plankton mit Utermöhls umgekehrtem Mikroskop 201
6. **E. Ford.** The "Number of Vertebrae" in the Herring and its Variation 211
7. **Alexander Bowman.** Plaice Marking Experiments in Shetland Waters 1923—1931 (inclusive) 223
8. **S. Awerinzew.** Über einige zur Bestimmung der Grösse des Fischbestandes eines Gewässers benötigten Daten 230
9. **Sven Runnstrøm.** Über die Rassenverhältnisse bei dem norwegischen Frühjahrshering mit besonderer Berücksichtigung der Konstanz der Rassenmerkmale 235
10. Reviews 250
11. Current Bibliography prepared by the Editor with the assistance of Miss **Thursby-Pelham** 287

A/S L. IHRICH – COPENHAGUE